

Machine Vision Solution

Embedded Controller, PC Software



1. Что такое система машинного зрения?

1.1 Определение

1.2 Рынок машинного зрения

1.3 Различные типы платформ машинного зрения

2. Как работает (выбор компонентов)?

2.1 Оптика

2.2 Свет

2.3 Матрица (разрешение)

3. Семейство машинного зрения Delta

4. Из чего состоит DMV2000?

4.1 Компоненты : Оптика

Свет

5. Различные задачи для машинного зрения

6. Демонстрация компонентов камера+DMV2000+...

7. Конфигурация системы.

8. Обзор программных компонентов.

9. Демонстрация процесса настройки.

10. Демонстрация работы системы.



1. Что такое машинное зрение

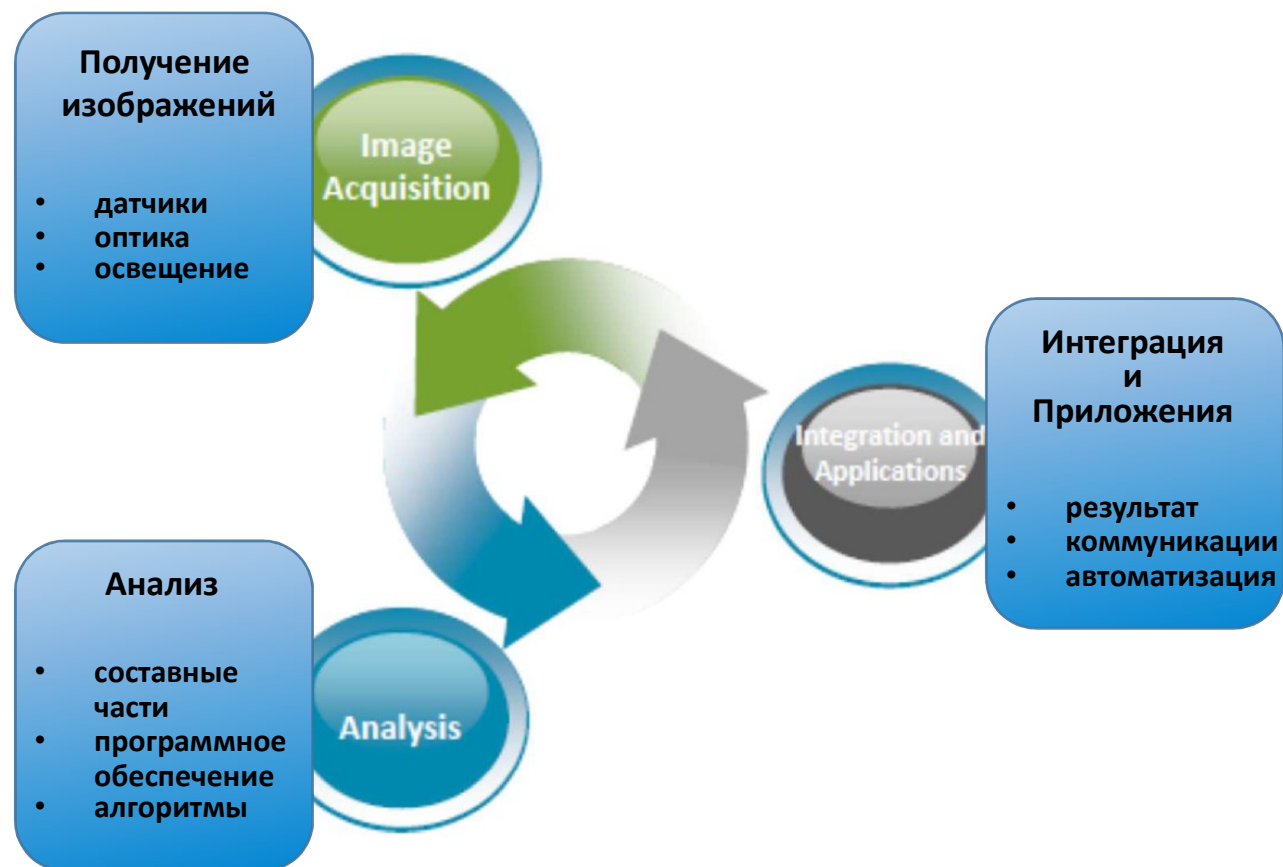
- **Определение**
- **Рынок машинного зрения**
- **Различные типы платформ машинного зрения**

Что такое машинное зрение?

- Машинное зрение - это замена человеческого зрения и способности суждения видеокамерой и компьютером для выполнения инспекционной задачи. Это автоматический сбор и анализ изображений для получения необходимых данных для управления или оценки конкретной части или действия.

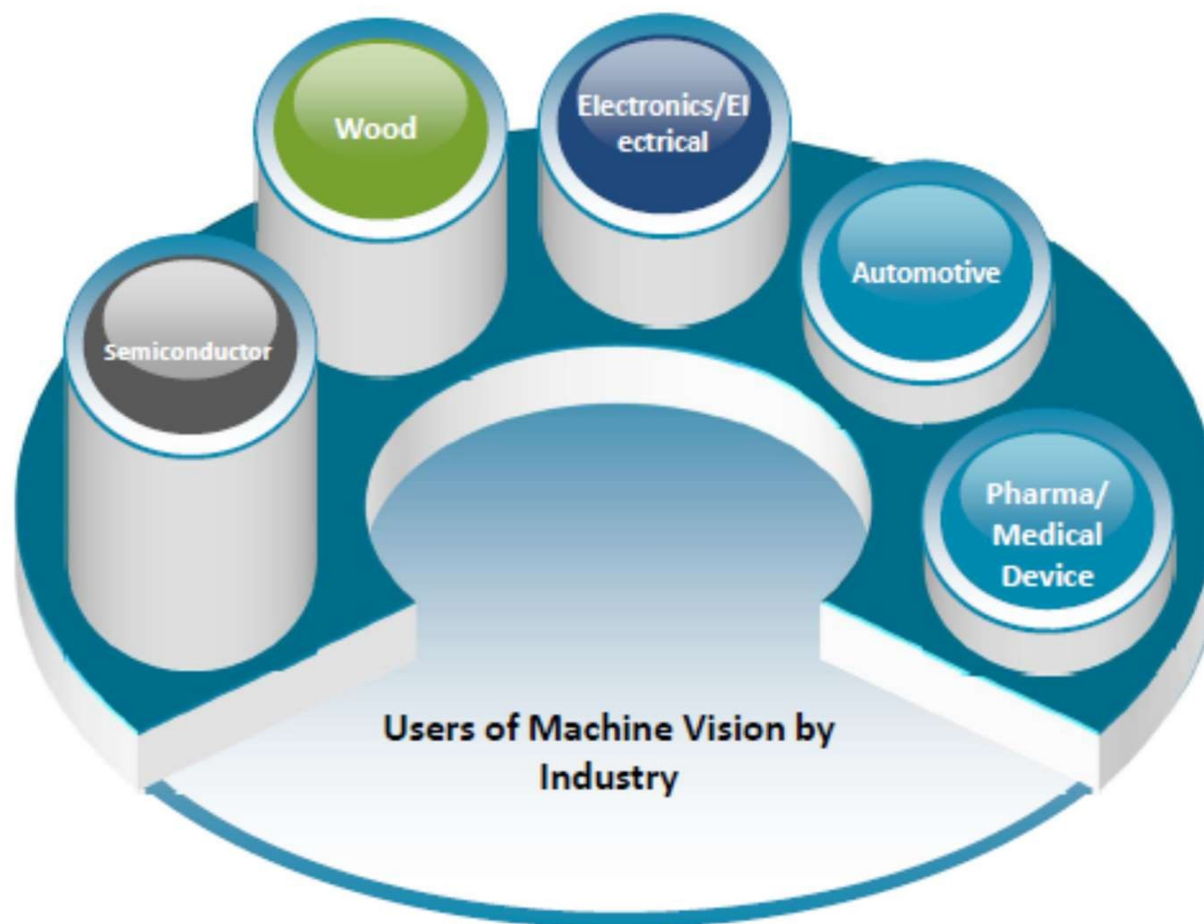
- Ключевые моменты:
 - Автоматизированный / бесконтактный
 - Получение
 - Анализ
 - Данные





Рынок машинного зрения

- **Выбор**
 - Более 400 производителей и поставщиков
 - Разнообразное предложение продукции
- **Путаница**
 - Различия продуктов / компонентов иногда неясны
 - Конечные пользователи (покупатели) часто не понимают, что они получают.
- **Что важно**
 - Компоненты и методы должны быть лучше поняты на уровне конечного пользователя.
 - Расширение технических навыков, необходимых для грамотного описания и интеграции

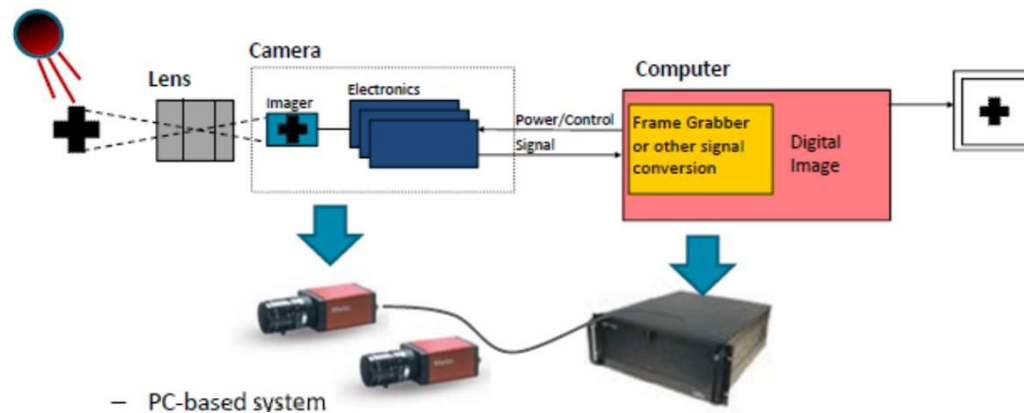




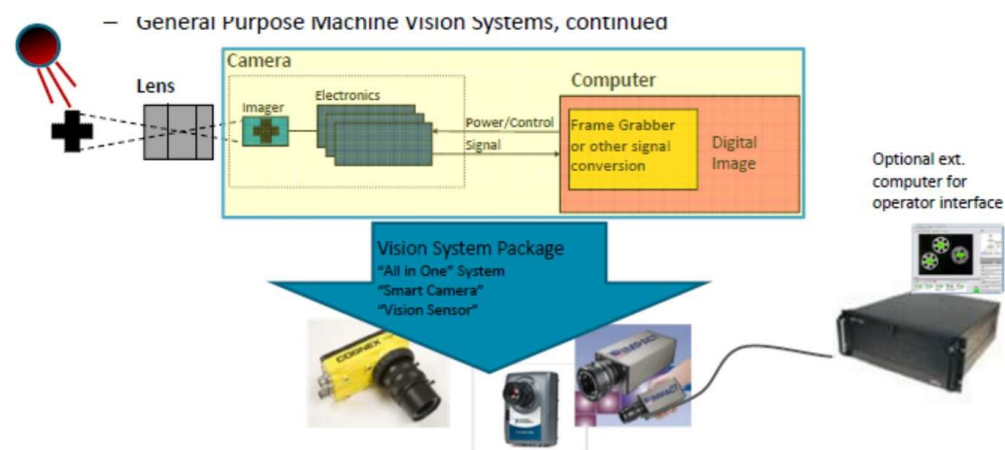
1.3 Различные типы платформ машинного зрения

Различные типы платформ машинного зрения

- Машинное зрение на базе ПК
- Умная камера (Smart Vision)
- Автономные системы технического зрения

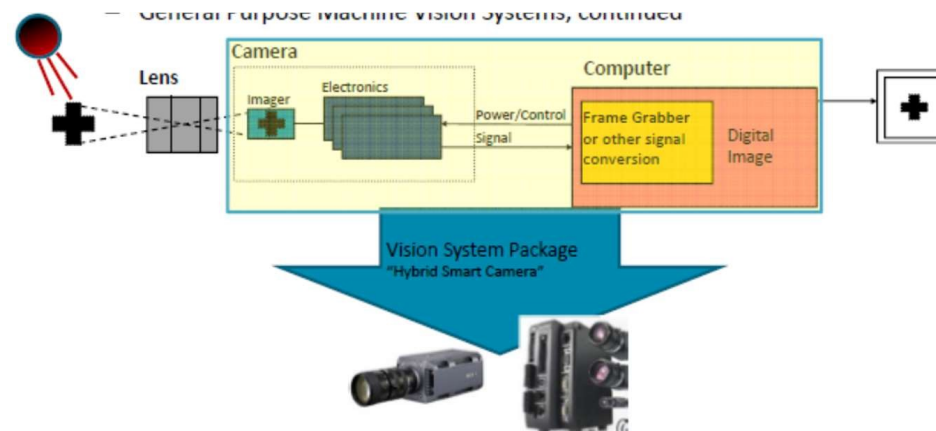


- **Системы на базе ПК**
 - Самые гибкие и мощные.
 - Одна или несколько камер, подключенных к компьютеру.
 - Стандартная операционная система (Windows, Linux).
 - Доступны различные устройства для обработки изображений.
 - Степень сложности зависит от исполнения.
 - Цена зависит от архитектуры.
 - Аналоговый (RS170) и цифровой (GigE Vision, Fire Wire, Camera link, USB-интерфейсы)



- **Умная камера / система технического зрения с интеллектуальным датчиком.**
 - Сенсор камеры и специализированный компьютер в одном корпусе.
 - Собственная операционная система и Ethernet-связь
 - Включает в себя самые простые в использовании функции, а также некоторые более сложные.
 - Велика опасность переоценки возможностей системы.
 - Конфигурация приложения вне устройства.
 - Цены колеблются в широких пределах - может быть довольно дорогими.

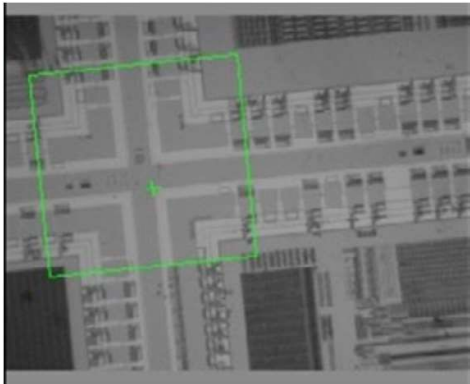
Автономные системы технического зрения



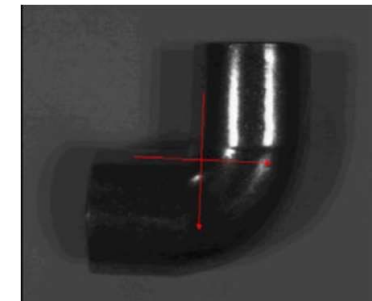
- **Автономные системы технического зрения**
 - Полная система с сенсором камеры, процессором и коммуникациями.
 - Система компактна, гибка и проста в настройке.
 - Самая экономичная система.
 - Большинство из них предлагается со встроенной связью Ethernet для подключения к заводским сетям для полного контроля.

- **Машинное зрение можно использовать для:**
 - Обнаружение дефектов
 - Навигация и отслеживание деталей (также для роботов)
 - Идентификация
 - Измерение
 - Осмотр
 - Оптическое распознавание / проверка символов (OCR / OCV)
 - Инспекция упаковки
 - Распознавание образов
 - Инспекция продукта
 - Осмотр поверхности
 - Веб-инспекция
 - ...

- **Навигация может быть применена по нескольким причинам:**
 - Место расположения и ориентация детали.
 - Расположение и ориентация детали в 2D или 3D пространстве для робота или контроллера станка.
 - Центрирование для других инструментов машинного зрения.
 - Инструмент сопоставления с образцом.



Печатная плата



Угол 90 градусов



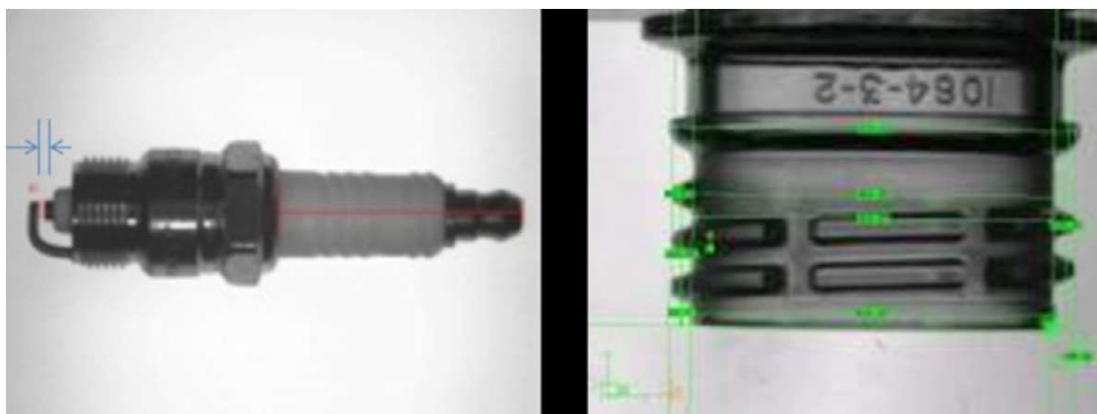
Приложения

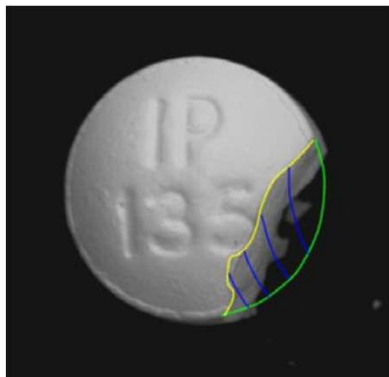
- Идентификация:

- Распознавать штрих-коды (1-D)
- Матричные коды данных (2-D)
- Идентификация рисунка по цвету, форме или размеру.
- Распознавание символьной строки.
- Может использоваться для определения пути и слежения за перемещением.

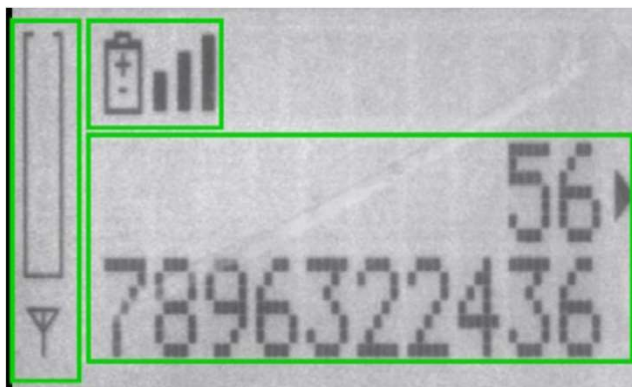


- **Измерение:**
 - Расчет расстояния между двумя или более точками.
 - Геометрические положения на объекте.
 - Может измерять характеристики объекта с точностью до 0,0254 миллиметра, поэтому хорошо подходит для измерения контакта или измерения допусков.

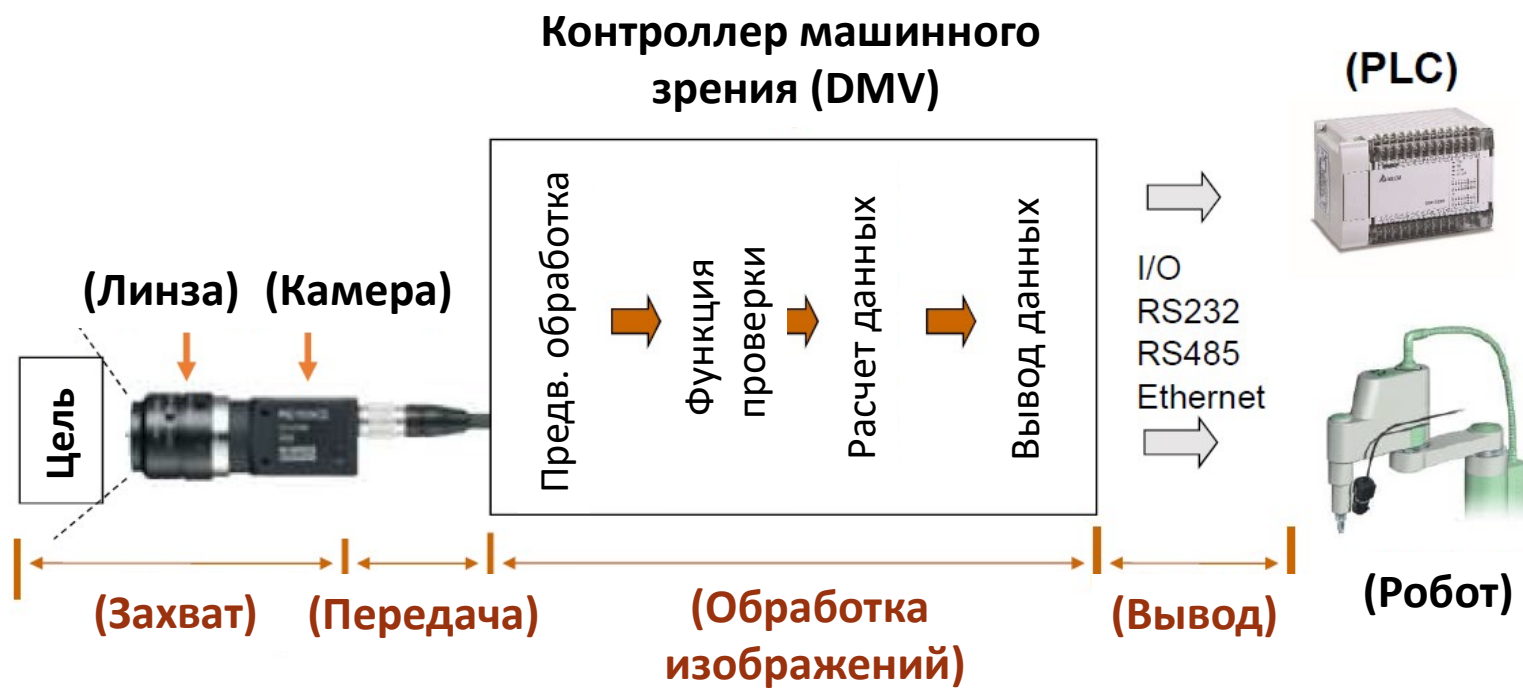




- **Осмотр:**
 - Может обнаруживать:
 - Дефекты
 - Загрязняющие вещества
 - Функциональные недостатки
 - Прочие нарушения в изготовленных изделиях.



- Основная структура:



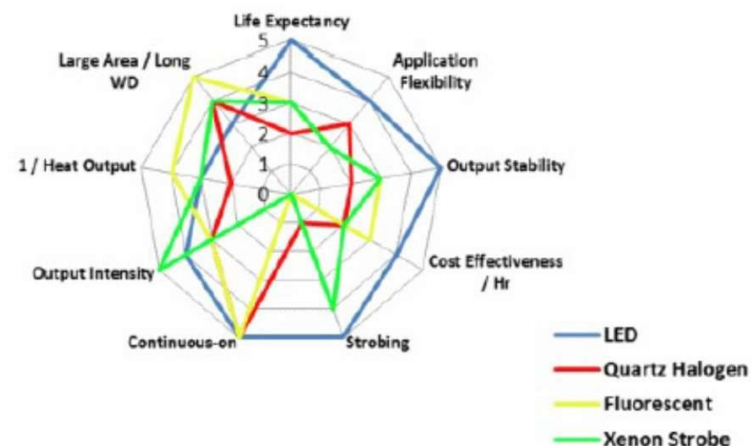
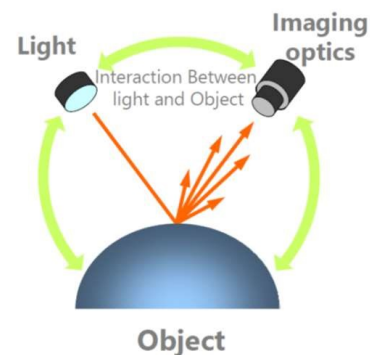


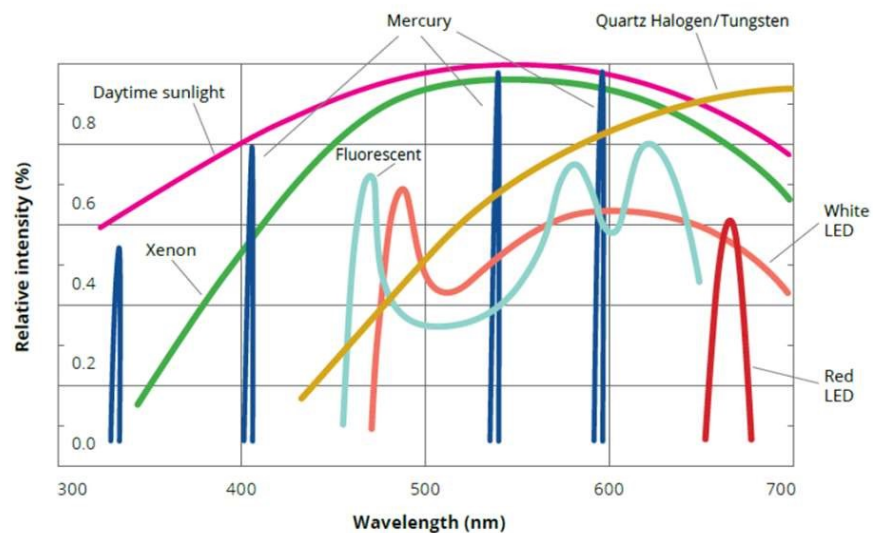
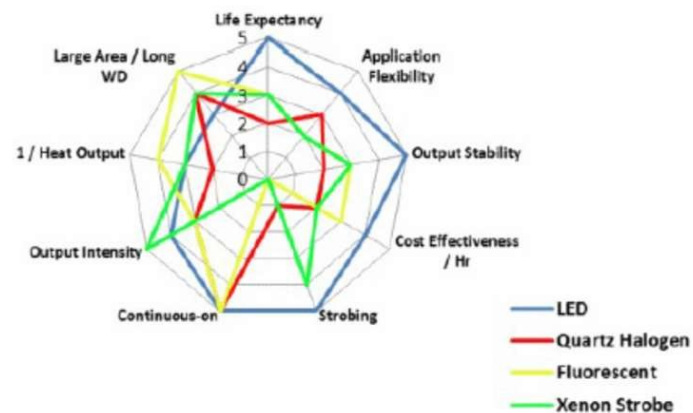
Из каких компонентов состоит система машинного зрения

- **Из каких компонентов состоит система машинного зрения**
 - Освещение
 - Линзы (оптика)
 - Датчик изображения (матрица)
 - Анализатор изображений
 - Коммуникация

Соображения:

- Геометрия освещения
- Тип источника света
- Длина волны
- Поверхностные свойства материала (например цвет, отражение...)
- Форма предмета
- Скорость предмета (встроенное или автономное приложение)
- Механические ограничения
- Соображения по окружающей среде
- Расходы





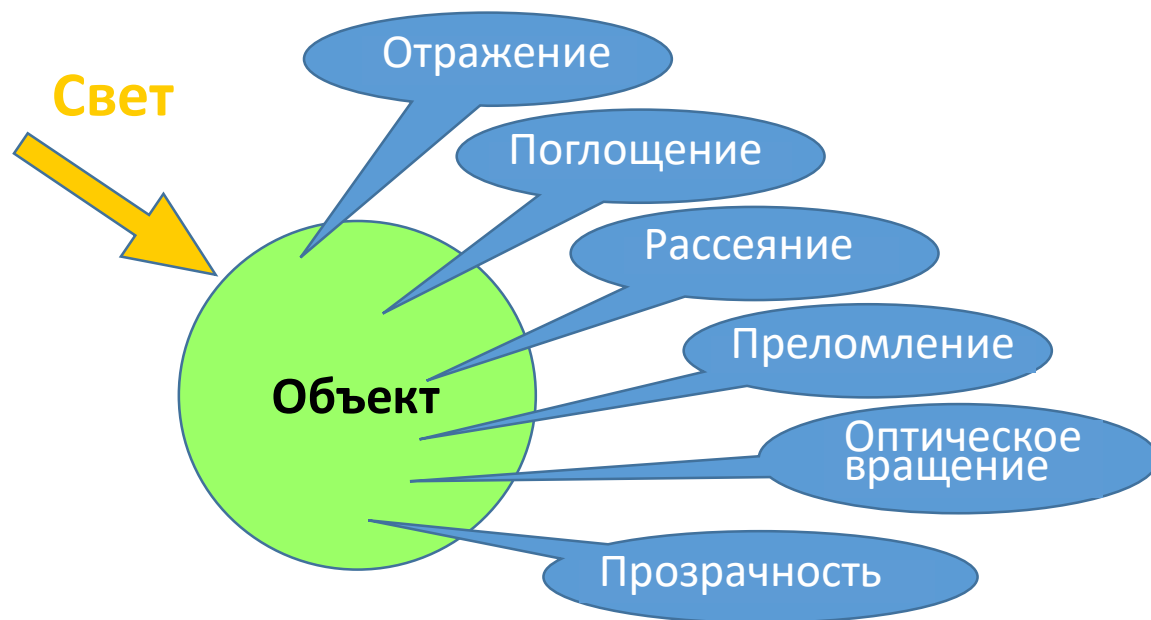
Общие источники света для машинного зрения

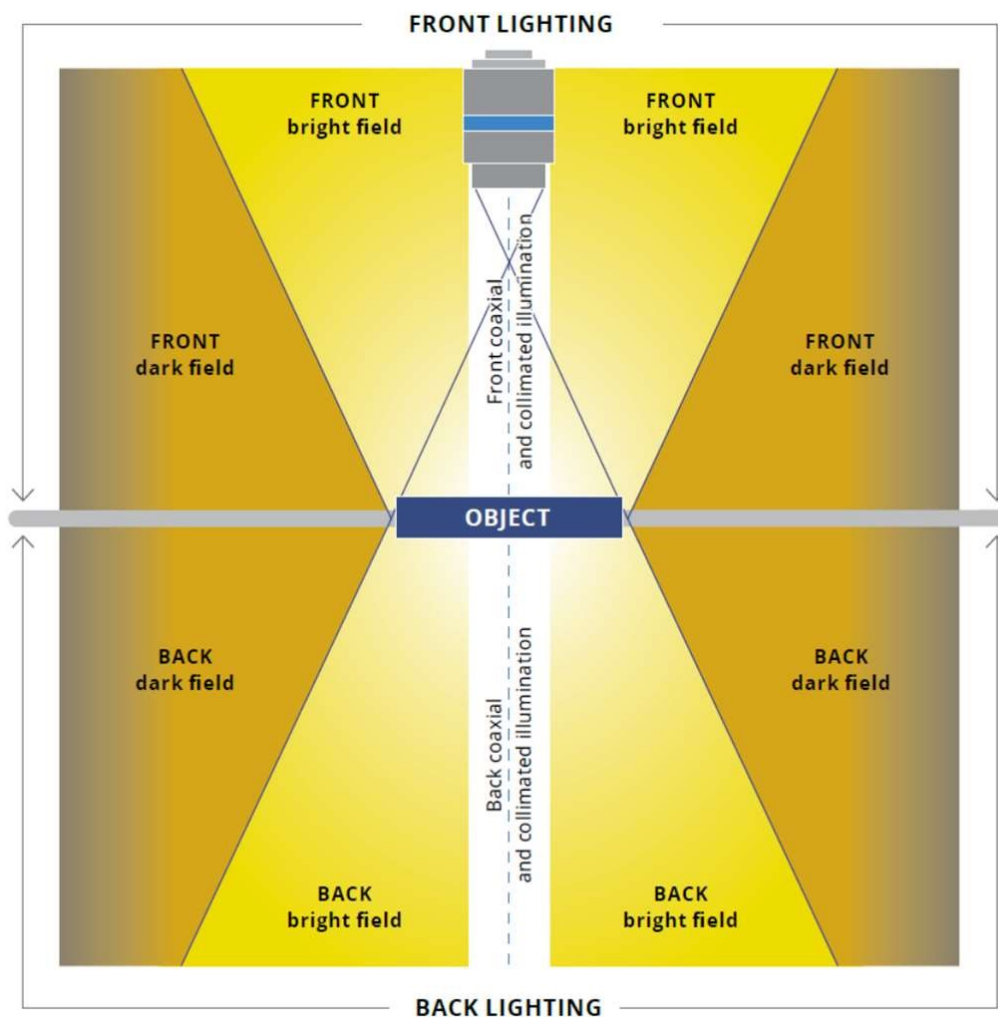
- Светодиодные
- Кварцевые галогенные
- Флуоресцентный
- Ксеноновый стробоскоп



Основные задачи:

- Максимальное увеличение контрастности элементов, которые необходимо проверить / измерить
- Минимизировать контрастные элементы, которые не интересуют.
- Избавление от нежелательных вариаций, вызванных:
 - Окружающим светом.
 - Различия между которые являются неактуальными для проверки.





Тип освещения

- Яркое освещение
- Темнопольное освещение
- Подсветка светлого поля
- Подсветка темного поля
- Коаксиальное диффузное освещение
- Структурированный свет
- Рассеянное купольное освещение
- Плоское рассеянное купольное освещение
- Стробоскопическое освещение

Цель

- Передний свет: осмотр
- Рассеянный свет: зависит от поверхности
- Подсветка: высокая контрастность
- В зависимости от угла:
 - Светлое поле, угол $> 45^\circ$
 - Темное поле, угол $< 45^\circ$

Объективы (оптика)

Основы оптики машинного зрения.

Некоторые формулы

Соображения по выбору объективов

Специальные линзы

Основы оптики машинного зрения.



FOV = поле зрения (Field Of View)

WD = рабочее расстояние (Working Distance)

DOF = глубина резкости (Depth Of Field)

Размер датчика (Sensor size) = активная область датчика камеры

Разрешение (Resolution) = измерение способности системы технического зрения воспроизводить детали объекта.

Некоторые формулы

Расчет размера объекта или поля зрения (FOV) $FOV = B * (WD / f' - 1)$

Расчет рабочего расстояния WD $WD = FOV (f' - 1) / B$

Расчет фокусного расстояния f' $f' = (B * WD / FOV) + 1$

Например:

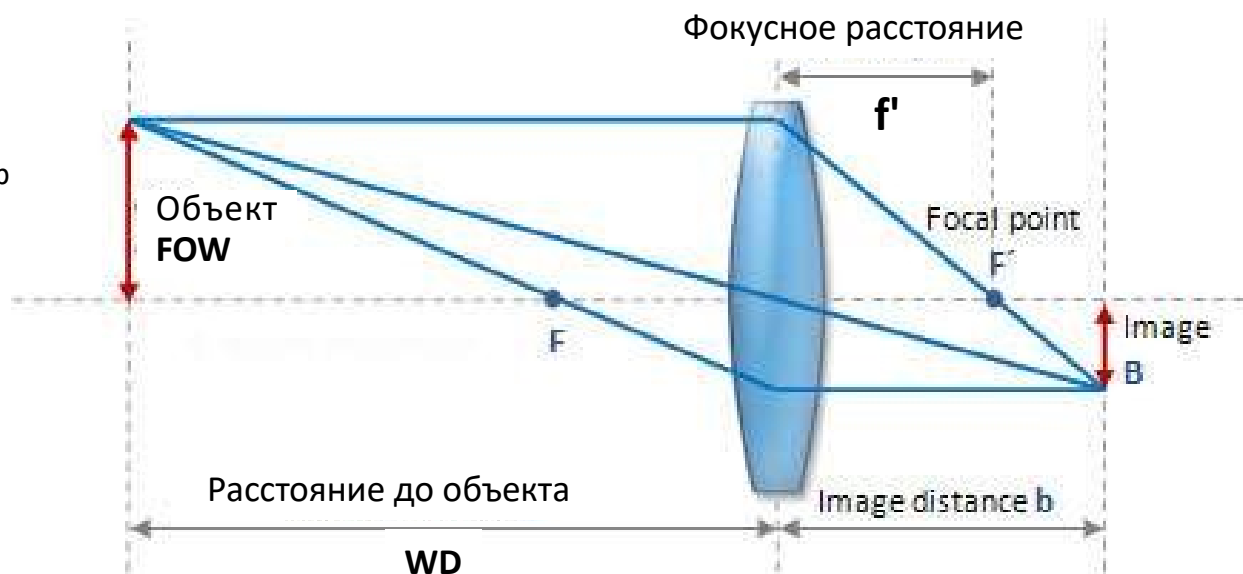
Для 1/3 "камеры размер микросхемы составляет 4,8 мм x 3,6 мм (**B**)
(Количество пикселей 640 x 480 и размер пикселя 7,4 мкм)

Focus (f') = 8 mm

WD (g) = 700 mm

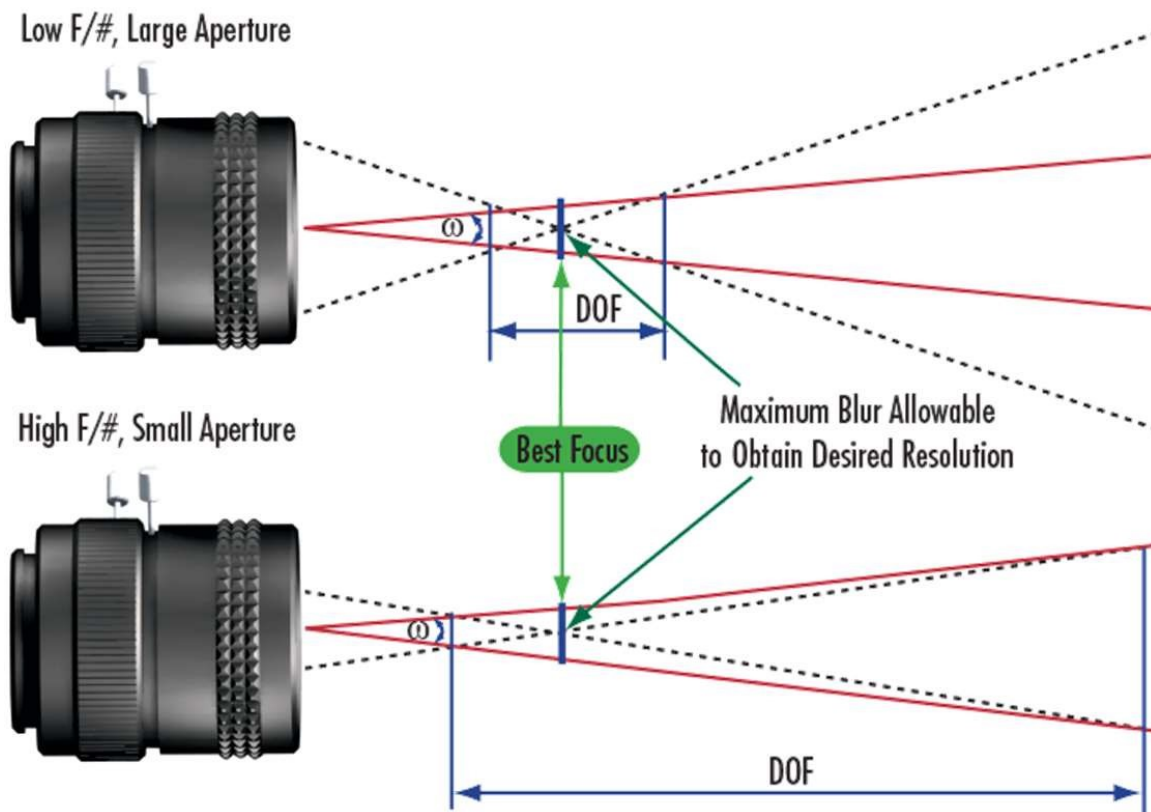
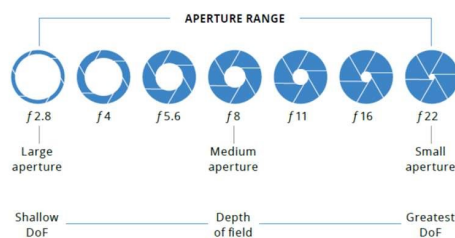
FOV (G) = 480 mm x 360 mm

Оптический путь выпуклой линзы



Глубина резкости (DOF)

- Глубина резкости (DOF) - это способность объектива поддерживать желаемое качество изображения по мере того, как просматриваемый объект перемещается в фокус и выходит из него.
- Единственный способ точно определить глубину резкости - использовать тестовую мишень для ее проверки.



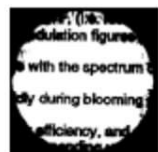
Соображения по выбору объектива

- Увеличение, длина фокуса, глубина резкости (DOF), диафрагменное число, разрешение, дифракционные ограничения, размер изображений и т.д.
 - Некоторые геометрические аберрации могут быть исправлены при калибровке.
- Физика оптической системы хорошо известна и может быть математически смоделирована и / или эмпирически протестирована.
 - Спецификация или контроль большинства параметров линз не в наших руках.

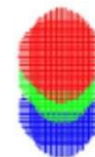
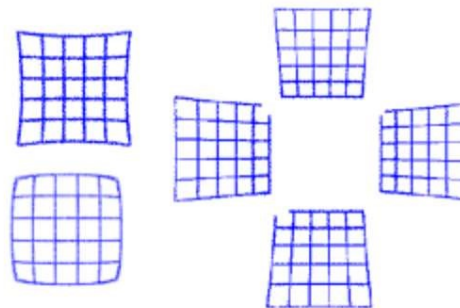
the MTF, (i.e. less the modulation figures for je with the spectrum c idly during blooming s for efficiency, and cro TF dependo upon lo

the MTF, (i.e. less the modulation figures for je with the spectrum c idly during blooming s for efficiency, and cro TF dependo upon lo

the MTF, (i.e. less the modulation figures for je with the spectrum c idly during blooming s for efficiency, and cro TF dependo upon lo



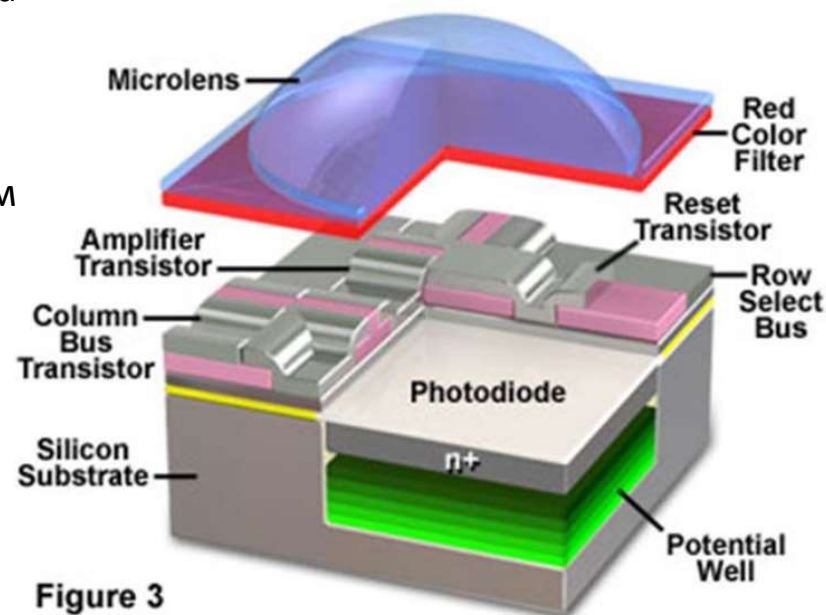
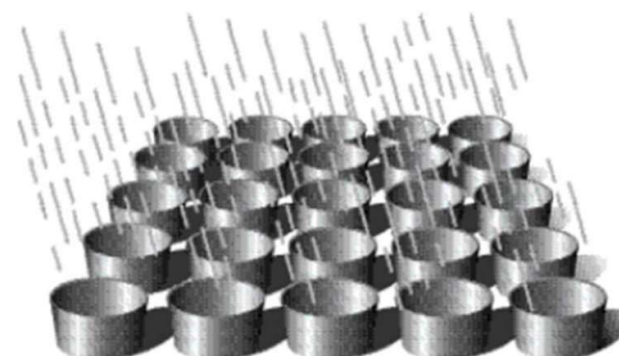
Images: Edmund Optics; www.edmundoptics.com



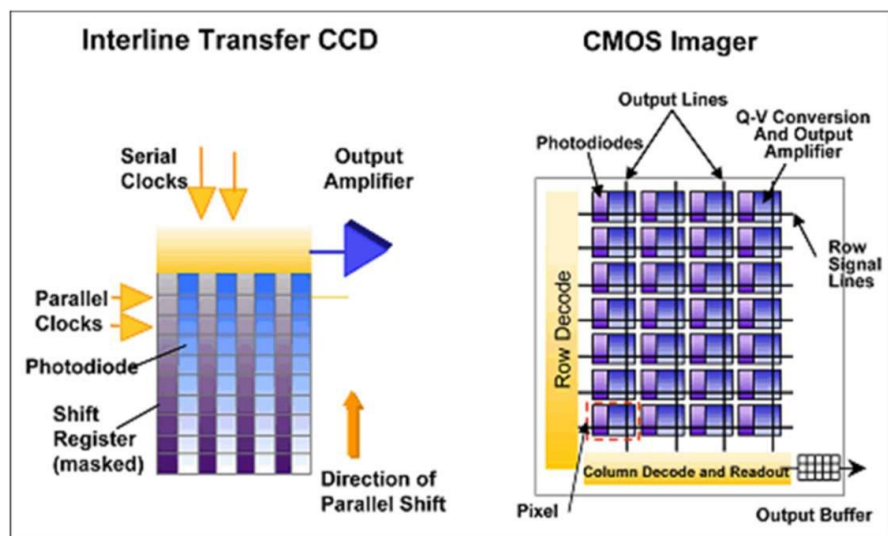
- Специальные линзы
 - Телецентрический.
 - Микроскоп.
 - Макро, длиннофокусные
 - Масштабирование (рекомендуется с осторожностью)

Все камеры машинного зрения создают изображение, подвергая массивы светочувствительного материала воздействию световой энергии.

- Подумайте о фотонных «ведрах»
- Продолжительность воздействия ограничена по времени и обычно регулируется
- Энергия в «ведре», захваченная в течение периода экспонирования, становится для этого «ведра» микровольтным напряжением



Датчик и изображение

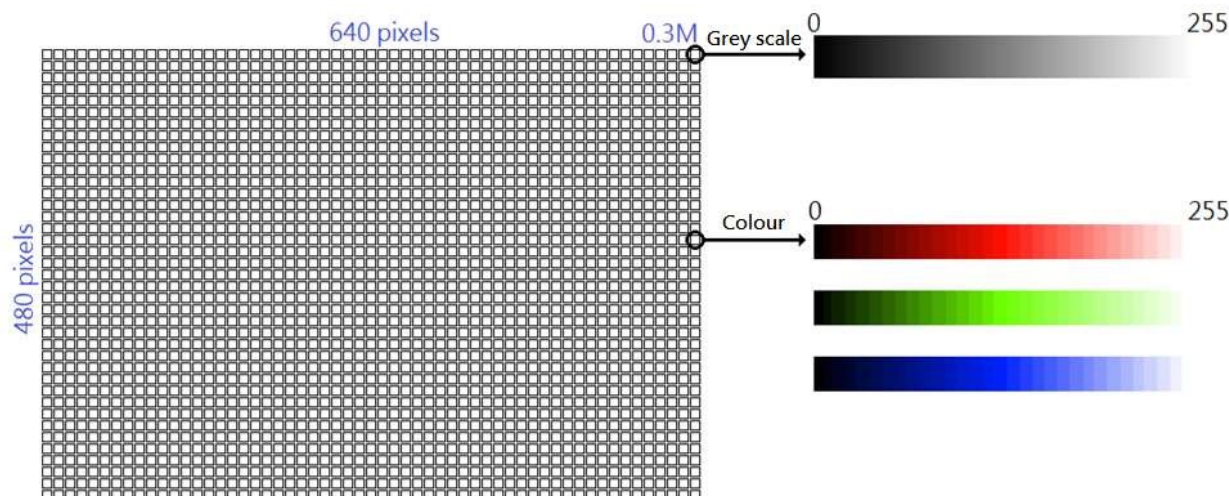


- Каждый элемент в матрице датчиков камеры называется пикселем (элемент изображения).
- Значение энергии для каждого пикселя выводится как микровольт при получении каждого изображения.
- Напряжение в конечном итоге определяет уровень цвета для этого пикселя.
- Архитектура передачи пикселей и данных зависит от типа датчика.
 - Чаще всего используются CCD и CMOS.

- Различные типы физических схем
 - Область
 - Линия
- Размер чипа широко варьируется, как и количество отдельных пикселей.
- Типичная площадь чипа для машинного зрения: от 0,3 до 5+ мегапикселей.
 - 640-2048+ пикселей (по горизонтали)
 - Физические размеры по диагонали от ¼" до 1" +
- Типичный массив строчной развертки: от 1K до 12K + пикселей
- Физические размеры примерно от 15 мм до 90 мм +

Разрешение изображения монохромного и цветного

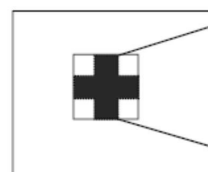
Пиксель серой шкалы включает значение от 0 до 255. Чем выше значение, тем ярче отдельный пиксель. Если значение равно 0, то один пиксель является самым темным.



Цветной пиксель имеет в три раза больше данных, чем шкала серого: субпиксели R G B. Одноцветный дисплей объединил 3 различных значения от 0 до 255 в красном, зеленом и синем цветах.

Датчик и изображение

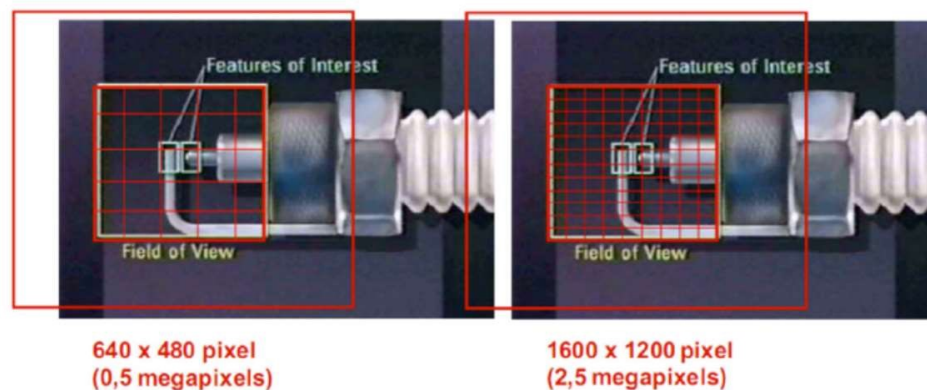
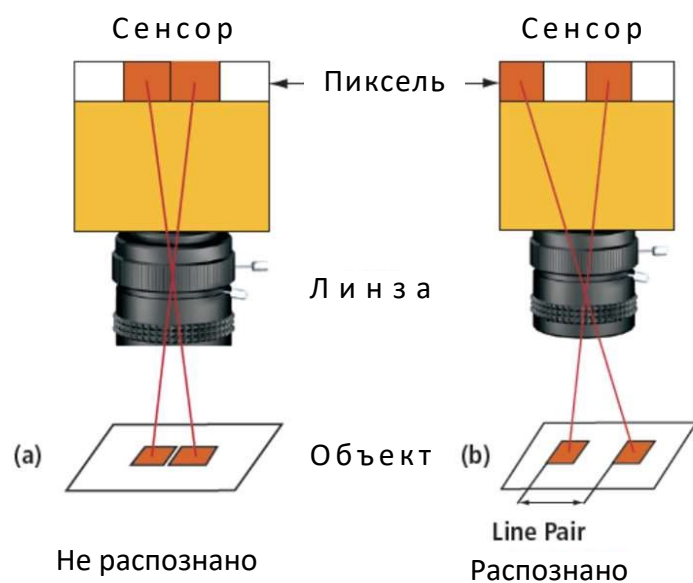
Представление изображения в компьютере, например «+»:



255	255	255	105	51	41	43	49	101	255	255	255
255	255	255	116	62	44	42	57	120	255	255	255
255	255	255	112	68	41	48	58	117	255	255	255
105	110	111	109	60	42	48	61	115	112	114	108
60	68	62	57	42	41	46	41	43	49	42	41
44	42	41	46	46	42	48	44	42	42	46	42
41	46	42	48	44	42	41	41	46	43	49	42
59	54	60	59	41	46	42	46	46	42	48	46
100	120	120	115	51	41	43	49	110	116	118	105
255	255	255	118	62	44	42	57	115	255	255	255
255	255	255	121	68	41	46	58	120	255	255	255
255	255	255	100	60	42	48	61	105	255	255	255

Разрешение:

- Возможность воспроизводить детали объекта.
- Ограниченное разрешение: шаблон (пиксель включен, пиксель выключен, пиксель включен)





Разрешение изображения

- Ключевой элемент при выборе компонентов технического зрения.
- Наименьшая особенность, разрешенная тепловизором.
- Детерминанты: каков размер поля зрения (FOV) и какова требуемая точность изображения.

**Размер отображаемого пикселя (оптическая точность) =
поле зрения (FOV) / количество пикселей**

Сколько необходимо пикселей?

(Например, количество необходимых пикселей на изображении будет зависеть от задач контроля)

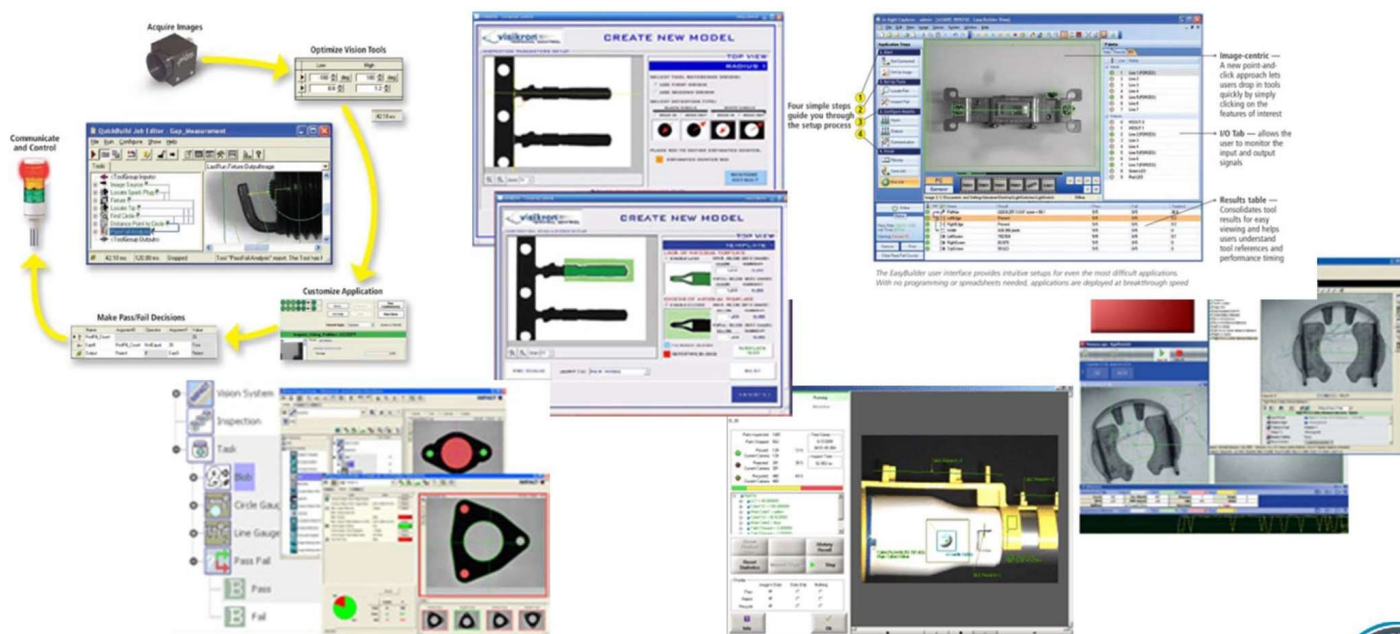
Вид контроля	Необходимо пикселей
Обнаружение дефектов	минимум 2x2
Координаты объекта	мин. 3x3
Обнаружение отличий	мин. 5x5
Измерения	разрешение субпикселей должно составлять 1/10 желаемого допуска

Анализ изображений

Основы машинного зрения

- Программное обеспечение машинного зрения
- Общие алгоритмы машинного зрения

Головокружительное разнообразие программных пакетов и библиотек

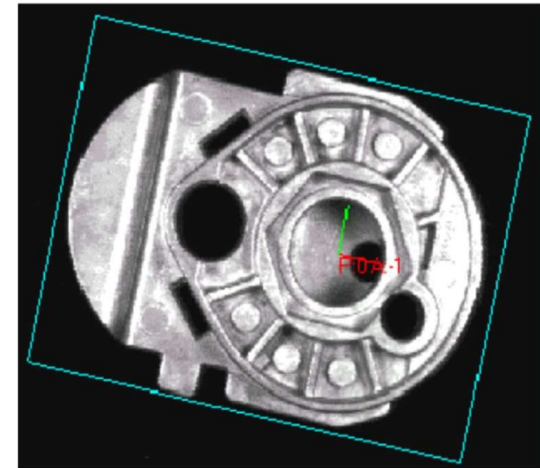


Что важно?

- Достаточная глубина алгоритмов и возможности для выполнения необходимых задач инспекции. Учтите:
 - Скорость обработки
 - Уровень параметризации инструмента
 - Легкость комбинирования инструментов
- Адекватная гибкость конфигурации процесса для удовлетворения требований автоматизации.
- Достаточные возможности ввода-вывода и связи для взаимодействия с существующей системой автоматизации по мере необходимости.
- Соответствующее программное обеспечение / компьютерный интерфейс для реализации интерфейса оператора, необходимого для приложения.

Общие алгоритмы машинного зрения

- Преобразование изображения / геометрические манипуляции
- Статистика контента
- Улучшение изображения / предварительная обработка
- Связь
- Обнаружение края
- Корреляция
- Геометрический поиск
- Оптическое распознавание символов (OCR) и оптическая проверка символов (OCV)
- Обработка цвета
- Алгоритмы машинного зрения часто выполняются для части изображения, а не для всего изображения. Эту область часто называют «областью интересов» или ROI (Region Of Interest”).



Связь с другими устройствами.

- После захвата изображения можно выполнить действия для удобного мониторинга и управления процессом.

Доступные интерфейсы:

- Дискретный ввод / вывод (в ПЛК, роботизированную систему, триггерный ввод / вывод и т.д.)
- Выход USB
- Последовательная связь RS232 / RS485
- Ethernet / IP
- Интерфейс Profibus



3. Семейство машинного зрения Delta

1-е поколение

Basic **DMV1000**

- Монохромная камера IEEE1394 2 шт.
- Разрешение 0,3 / 0,8 МП
- RS232 / 485 / Ethernet
- VGA, ввод / вывод, SD-карта
- Управление и настройка пультом



2-е поколение

Advance **DMV2000**

- Цветная камера Cameralink 4 шт.
- Разрешение 0,3 / 2/4/5 / 12МП
- RS232 / 485 / Ethernet
- VGA / HDMI, ввод / вывод, SD-карта
- Управление и настройка мышью



3-е поколение

New

Standard **DMV3000**

- Цветная камера GigE 2 шт.
- Разрешение 0,3 / 2МП (5МП)
- RS232 / 485 / Ethernet
- VGA, ввод / вывод, SD-карта
- Управление и настройка мышью



Vision Sensor

Smart **VIS100**

- Металлический корпус, прочная конструкция.
- Степень защиты: IP55.
- Разрешение 0,3 МП
- RS232 / 485 / Ethernet
- Ввод / вывод, встроенное светодиодное освещение
- Управление и настройка мышью через браузер с ПК

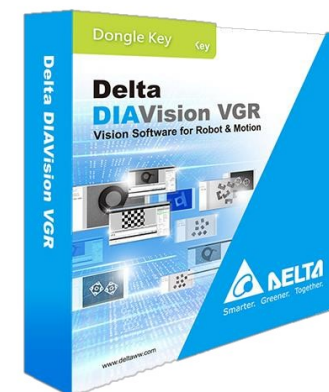


PC Base

New

Software **DIASion**

- Автокалибровка, поддерживается Робот Delta, Epson, YAMANA, ABB
- Максимум 6 подключаемых камер
- Робот, наведение, осмотр, идентификация





Спецификация DMV

Comparison	Delta Vision System		
	DMV1000	DMV2000	DMV3000G
Support Resolution	0.3M pixel/80fps 0.8Mpixel/30fps	0.3M/432fps 2M/333fps 4M/180fps 5M/35fps 12M/62fps	0.3M pixel/180fps 2Mpixel/50fps
Support Camera	2 channel	2/4 channel	2 channel
Camera Model	IEEE 1394a	CameraLink	GigE
Interface	C mount	C mount /M42 (12M)	C mount
Number of Program Projects	32 internal, 68 SD card	6000 internal, unlimited SD card	1000 internal, 9999 SD card
Screen/process	128	1000	128
Preprocess	13 types	15 types	14 types
Function	12 types	19 types	19 types
Communication	RS232/485, Fast Ethernet	RS232/485, Giga Ethernet	RS232/485, Giga Ethernet
Memory Card	SD card (Max.16GB)	SD card (Max.32GB class 10)	Micro SD card (Max.16GB class 10)
Monitor Interface	VGA	VGA, HDMI	VGA
Encoder	-	-	-
IO control	Flash, Trigger	Flash, Trigger	Flash, Trigger
Max. Cycle Time	60ms	15ms	30ms
Accessory	Kaypad	Mouse (Wired USB driver-less)	Mouse (Wired&Wireless)
Current con-sumption	1A	4A	2.5A



Из чего состоит DMV2000

Полная система машинного зрения состоит из следующих элементов:

- Блок управления и мышь
- Камера и кабель передачи
- Объектив
- Источник света и источник питания
- Человеко-машинный интерфейс (HMI)

Стандартные элементы:

- Контроллер типа DMV 2000-CL2-HS (или DMV 2000-CL-4-HS)
- Мышь



Дополнительные элементы:

- Камера
- Объектив
- Светодиодный источник света и источник питания





Из чего состоит DMV2000

- Камеры

Модель	Разрешение, МП	Размер дюймов	Тип крепления	Скорость, кадров в секунду		Размер матрицы, мм	Размер пикселя, мкм	Кол. пикселей	Тип матрицы
				base	full				
DMV-CM30GCL DMV-CM30CCL	0,3	CMOS 1/3	C	480	-	4,75 x 3,58	7,4	640x480	оттенки серого цветная
DMV-CM2MGCL DMV-CM2MCCL	2	CMOS 2/3	C	74	295	11,26 x 5,98	5,5	2048x1088	оттенки серого цветная
DMV-CM4MGCL DMV-CM4MCCL	4	CMOS 1	C	40	159	11,26 x 11,26	5,5	2048x2048	оттенки серого цветная
DMV-CD5MGCL DMV-CD5MCCL	5	CCD 2/3	C	16	-	8,44 x 7,1	3,45	2448x2058	оттенки серого цветная
DMV-CM12MGCL DMV-CM12MCCL	12	CMOS 1,76	F	13	50	22,53 x 16,90	5,5	4096x3072	оттенки серого цветная



Из чего состоит DMV2000

- Объективы

Разрешение, МП	0,4	2	5	6	12
Для камеры, МП	0,3	2	4	5	12
Искажения	большие	малые	малые	малые	
Размер, дюймов	2/3	2/3	1		43.3 mm
Тип крепления	C				F
Фокусное расстояние, мм	Модель объектива				
5	-	DMV-LN05M	-	-	-
6	DMV-LN06W40	DMV-LN06M	-	-	-
8	DMV-LN08W40	DMV-LN08M	-	-	-
12	DMV-LN12W40	DMV-LN12M	DMV-LN12M05	DMV-LN12M06	-
16	DMV-LN16W40	DMV-LN16M	-	DMV-LN16M06	-
25	DMV-LN25W40	DMV-LN25M	-	DMV-LN25M06	-
28	-	-	-	-	DMV-LN28M12
35	DMV-LN35W40	DMV-LN35M	DMV-LN35M05	DMV-LN35M06	DMV-LN35M12
50	DMV-LN45W40	DMV-LN50M	DMV-LN50M05	DMV-LN50M06	DMV-LN50M12
75	DMV-LN75W40	-	-	-	-
100	DMV-LN100W40	-	-	-	-

Как правильно выбрать комплектующие?



Сначала вам нужно решить, что вы хотите проверять /контролировать с помощью машинног зрения.

- Какая необходима точность (размер объекта, расстояние до него, минимальный размер контролируемого элемента) -> разрешение камеры.
- Сколько камер вы хотите использовать в приложении (скорость движения объектов, уровень освещенности).
- Это также зависит от того, что вы хотите проверять / измерять (геометрические величины, текст, цвет...).

Во-вторых, что вам нужно для проверки этого задания.

- Вам нужна цветная или полутоновая камера.
- Какая запрашиваемая точность?
 - Измерение => более высокая точность
 - Положение => меньшая точность
 - Наличие => ниже точность

Два типа контроллеров:

DMV 2000-CL2-HS (2 камеры)

DMV 2000-CL-4-HS (4 камеры)

Пример:

Размер объекта составляет около 32 мм * 24 мм, тогда как выбрать объектив и камеру?



Мин. поле зрения (FOV): прибл. 40 x 30 мм

Выбираем FOV = 100 x 50 мм

Фиксированное расстояние до объекта (WD) = 200 мм



DMV2000

Пример 1: мы хотим использовать камеру 2МП, размер пикселя 5,5 мкм, количество пикселей 2048 x 1088

Для камеры размером 2/3 дюйма размер микросхемы составляет **11,26** мм x **5,98** мм (В)
(Количество пикселей 2048 x 1088 и размер пикселя 5,5 мкм)
WD = 200 мм
FOV = 100 мм x 50 мм

Формула: $FOV = B * (WD / f' - 1) \Rightarrow$
 $f' = (B * WD / FOV) + 1$

Фокусное расстояние (f') по горизонтали

$$f' = (B * WD / FOV) + 1 = (11,26 * 200 / 100) + 1 = 23,52$$

Фокусное расстояние (f') по вертикали:

$$f' = (B * WD / FOV) + 1 = (5,98 * 200 / 50) + 1 = 24,92$$

Итак, вам нужно выбрать объектив типа DMV-LN25M.

Тогда максимальный угол обзора будет: 93,8 x 49,8 мм.

Оптическое разрешение = 93,8 мм / 2048 пикселей = 45,8 мкм / пиксель



DMV2000

Пример 2: если мы используем 4-мегапиксельную камеру вместо 2-мегапиксельной, размер пикселя 5,5 мкм, количество пикселей 2048 x 2048

$$\text{Формула: } FOV = B * (WD / f' - 1) \Rightarrow \\ f' = (B * WD / FOV) + 1$$

Для 1-дюймовой камеры размер датчика 11,26 мм x 11,26 мм (B).
(Количество пикселей 2048 x 2048 и размер пикселя 5,5 мкм)

WD = 200 мм

FOV = 100 мм x 50 мм

Фокусное расстояние (f') по горизонтали

$$f' = (B * WD / FOV) + 1 = (11,26 * 200 / 100) + 1 = 23,52$$

Фокусное расстояние (f') по вертикали:

$$f' = (B * WD / FOV) + 1 = (11,26 * 200 / 50) + 1 = 46,04$$

Затем вам нужно выбрать объектив типа DMV-LN25M.

Тогда максимальный угол обзора будет: 93,8 x 93,8 мм.

Оптическое разрешение = 93,8 мм / 2048 пикселей = 45,8 мкм / пиксель



DMV2000

Пример 3: мы хотим использовать камеру 2МП, объектив с фокусным расстоянием 35мм с полем зрения (FOV) 40 x 30 мм.

$$\text{Формула: } FOV = B * (WD / f' - 1) \Rightarrow$$
$$WD = FOV * (f' - 1) / B$$

Для камеры размером 2/3 дюйма размер датчика 11,26 мм x 5,98 мм (B)

(Количество пикселей 2048 x 1088 и размер пикселя 5,5 мкм)

Фокусное расстояние (f') = 35 мм

FOV = 40 мм x 30 мм

Расстояние до объекта (WD) в зависимости от размера чипа по горизонтали

$$WD = FOV * (f' - 1) / B = 40 * (35 - 1) / 11,26 = 120,8 \text{ мм}$$

Расстояние до объекта (WD), в зависимости от вертикального размера чипа

$$WD = FOV * (f' - 1) / B = 30 * (35 - 1) / 5,98 = 170,57 \text{ мм}$$

Таким образом, для поля зрения 40 x 30 мм расстояние до объекта будет равно 170 мм:

Тогда максимальное поле зрения будет: 56,3 x 30 мм.

Оптическое разрешение = 56,3 мм / 2048 пикселей = 27,5 мкм / пиксель

Пример 4: Мы хотим использовать камеру 4МП, фокусное расстояние объектива 35 мм, а полем зрения составляет 40 x 30 мм.

Формула: $FOV = B * (WD / f' - 1) \Rightarrow$
 $WD = FOV (f' - 1) / B$

Для 1-дюймовой камеры размер датчика 11,26 мм x 11,26 мм (B).

(Количество пикселей 2048 x 2048 и размер пикселя 5,5 мкм)

Фокусное расстояние (f') = 35 мм

FOV = 40 мм x 30 мм

Расстояние до объекта, в зависимости от размера чипа по горизонтали:

$$WD = FOV * (f' - 1) / B = 40 * (35 - 1) / 11,26 = 120,78$$

Расстояние до объекта, в зависимости от вертикального размера чипа:

$$WD = FOV * (f' - 1) / B = 30 * (35 - 1) / 11,26 = 90,59$$

**Таким образом, для поля зрения 40 x 30 мм минимальное расстояние до объекта 121 мм.
Тогда максимальное поле зрения будет: 40 x 40 мм.**

Оптическое разрешение = 40 мм / 2048 пикселей = 19,5 мкм / пиксель

Пример 5: мы хотим использовать камеру 4МП, объектив с фокусным расстоянием 35 мм, удлинительное кольцо 10 мм, и расстояние до объекта составляет 125 мм.

Для 1-дюймовой камеры размер датчика 11,26 мм x 11,26 мм (В).

(Количество пикселей 2048 x 2048, размер пикселя 5,5 мкм)

Фокусное расстояние (f') = 35 мм

Удлинительное кольцо 10 мм

WD = 125 мм

Формула: $FOV = B * (WD / (f' - 1))$



Поле зрения по горизонтали:

$$FOV = B * (WD / (f' - 1) + 10)) = 11,26 * (125 / (35 + 10 - 1)) = 31,99$$

Поле зрения по вертикали:

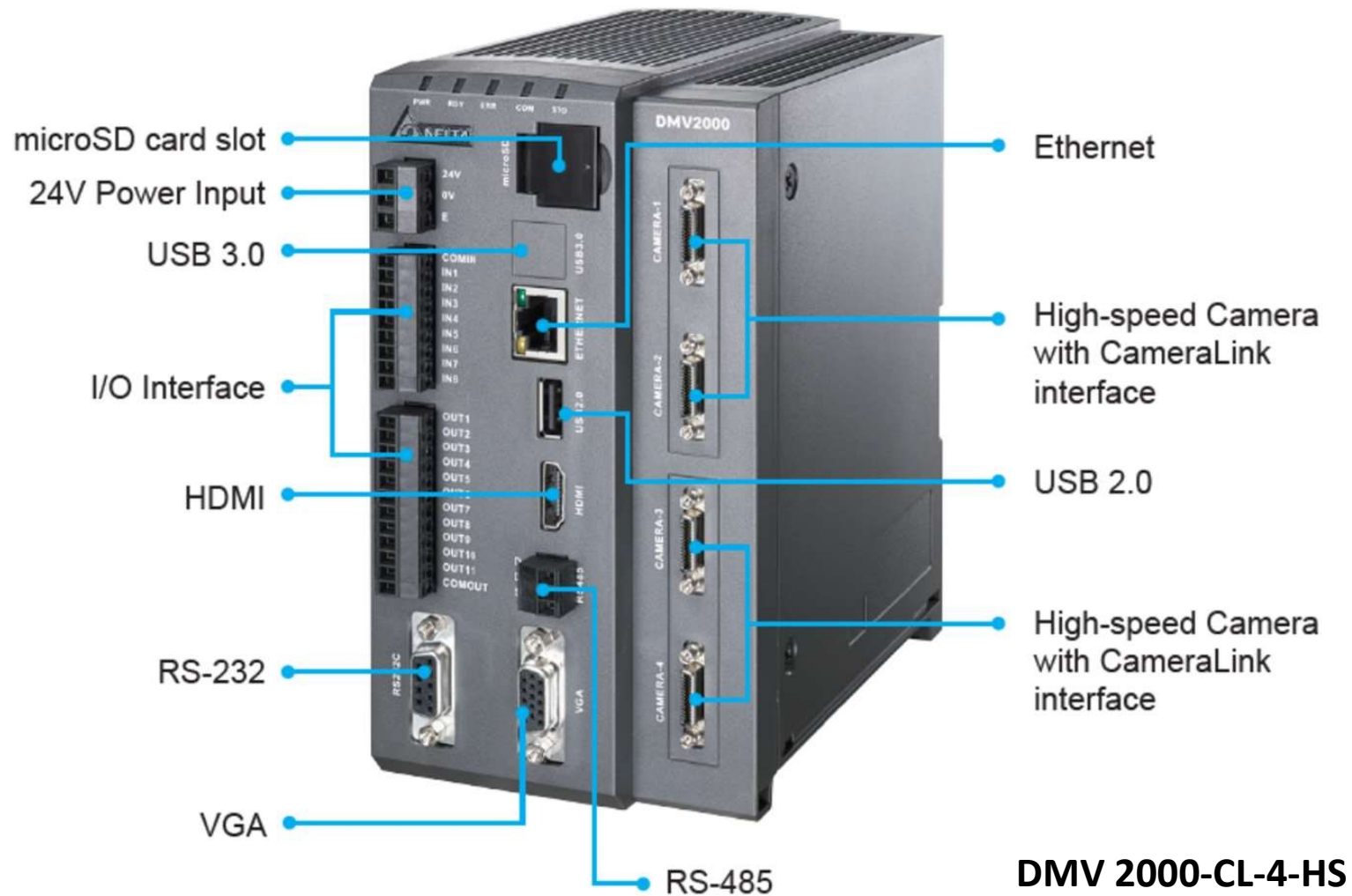
$$FOV = B * (WD / (f' - 1) + 10)) = 11,26 * (125 / 44) = 31,99$$

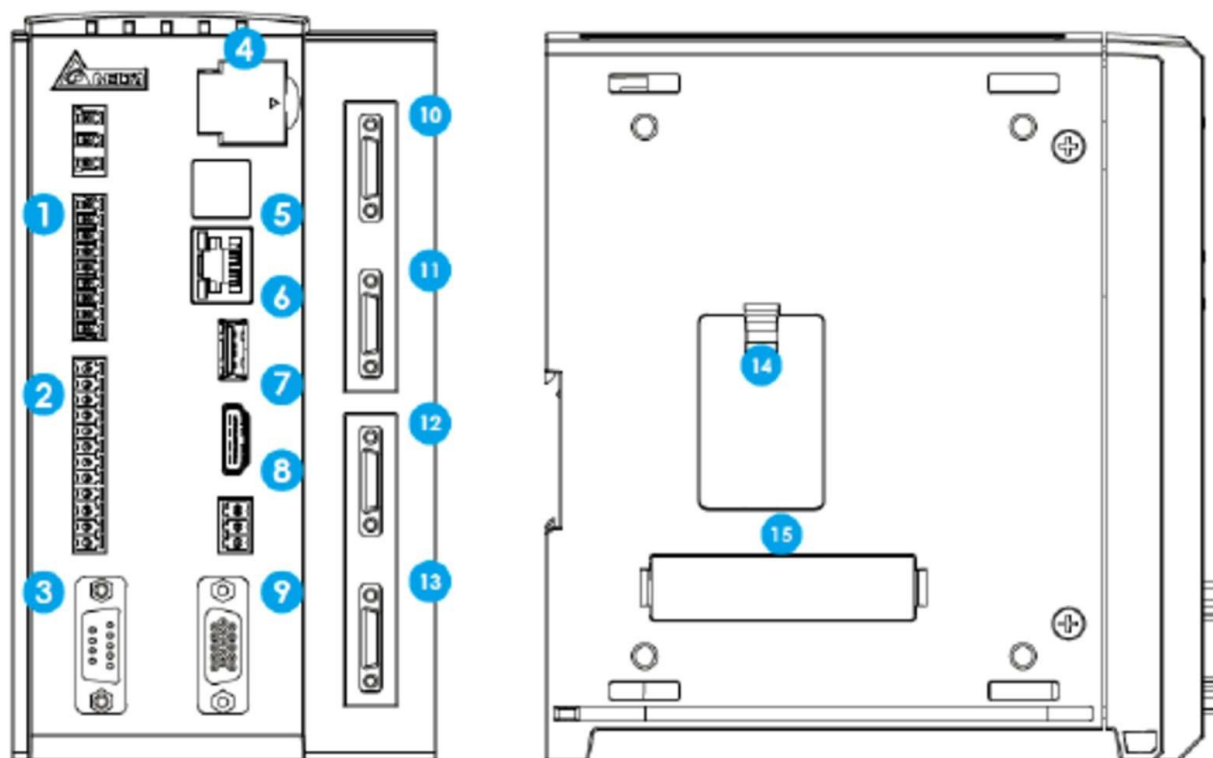
Итак, при расстоянии до объекта 125 мм поле зрения составляет: 31,99 x 31,99 мм.

Оптическое разрешение = 31,99 мм / 2048 пикселей = 15,62 мкм / пиксель

Другие варианты:

- <https://www.kowa-lenses.com/lens-calculator/>
- Обратитесь к таблицам в руководстве по эксплуатации





Item number	Name	Description
1	Input I/O terminal block	Input Terminal (9 pin)
2	Output I/O terminal block	Output Terminal (12 pin)
3	RS 232 serial port	Supports master/slave serial communication
4	SD memory card	Saving project configuration and image backup
5	Ethernet port	10/100 BASE-T communication
6	USB 2.0 port	Mouse interface
7	HMI output port	Connects to commercial HDMI interfaced displays
8	RS 485 serial port	Supports master/slave serial communication
9	VGA output port	Connects to commercial VGA interfaced displays
10	Camera port 1	Ports for 0.3, 2, 4, 5, and 12 MP cameras
11	Camera port 2	Ports for 0.3, 2, 4, 5, and 12 MP cameras
12	Camera port 3	Ports for 0.3, 2, 4, 5, and 12 MP cameras
13	Camera port 4	Ports for 0.3, 2, 4, 5, and 12 MP cameras
14	Button Cell Port	Maintain system clock operation
15	Expansion Port	Light source control, I/O extension

General Specification	
Input Power	24 Vdc
Operation Voltage	90 % ~ 110 % rated Voltage
Power Consumption	Two cameras < 3.4 A, Four camera < 4A
Vibration Resistance	No error (normal operation), 3 axis 10 – 55 Hz @ 10 m/s (1.0 G) for 10 min. No damage: 3 axis: 10-55 Hz, 20 m/s (2.0 G) for 10 min.
Shock Resistance	No error (normal operation): 200 m/s (20 G); 3 drops, 3 edges, 6 surfaces and 1 corner. No damage: 300 m/s (30 G); 3 drops, 3 edges, 6 surfaces and 1 corner.4
Operating Temperature	0 °C ~ + 45 °C
Storage Temperature	-20 °C ~ + 65 °C
Operating Humidity	35% ~ 65% RH (no condensation)
Operating Altitude	< 2.000 meter
Battery Lifespan	> 5 years

Functionally		
Camera	Type	Camera Link digital color / gray-scale camera
	Resolution	0,3 Megapixel camera 642 (H)*484 (V) Base: 480 fps
		2 Megapixel camera 2048 (H)*1088 (V) Base: 74 fps, full: 295 fps
		4 Megapixel camera 2048 (H)*2048 (V) Base: 40 fps, full: 159 fps
		5 Megapixel camera 2448 (H)*2058 (V) Base: 16 fps
		12 Megapixel camera 4096 (H)*3072 (V) Base: 13 fps, full: 50 fps
	Connected systems	DMV 2000-CL2-HS max. 2 units / DMV 2000-CL4-HS max. 4 units
	Shutter speed	0.3 MP: 20 μ s – 16.777 sec.
		2 MP: 22 μ s – 45 sec.
		4 MP: 22 μ s – 45 sec.
		5 MP: 4.8 μ s – 0.125 sec.
		12 MP: 42 μ s – 1 sec.
	Lens Mount	C mount (F mount for 12 MP)
	Operating Temperature	0 °C ~+ 45 °C
	Storage Temperature	-20 °C ~+ 65 °C

Functionally		
Project quantity		Internal memory: 1000
		Memory card: pending space: upper limit at 9999
		May switch through I/O and communication ports (RS232/485, Ethernet
Inspection Window	Quantity	Maximum 1000 per project
	Inspection Component	Area, blob, stain, edge, edge count, edge pitch, edge position, edge width, shape, Image intensity, Position trace, width trace, OCV, Bar Code, 2D Bar Code, 1P Position, 1P Location
	ROI type	Rectangular, Circle, Polygon, Ellipse, Circle Arc, Rotation Angle
	Number of ROIs	1
	Mask type	Rectangular, Circle, Polygon, Ellipse, Circle Arc, Rotation Angle
	Mask Quantity	8 (each inspection window)
	Inspection Item	Area, Edge position, Edge count, Edge width, Edge angle, Edge pitch Match pattern, shape matching, Image intensity, Blob, Stain, Edge tracking, Width tracking
Pre-processing	Quantity	13
	Type	Binary, dilation, erosion, average, median, laplacian, Sobel X, Sobel Y, Sobel XY, Custom, Brightness, Contrast, Shade.
Run Mode		Always execute, never execute

Functionally		
Calculation Processing	Total	Maximum 1000 sets (each project)
	Arithmetic	Add, Subtract, Multiply, Divide
	Function (71 types)	EQ; NOT_EQ; LT; LE; GT; GE; AND; BIT_AND; OR; BIT_OR; XOR; BIT_XOR; NOT; BIT_NOT; INRANGE; CHOOSE; IF; MAX_INDEX; MIN_INDEX; MAXth_INDEX; MINth_INDEX; ABS; POW; MOD; LOG10; LN; EXP; SQR; SQRT; SUM; TRUNC; ROUND; CEIL; FLOOR; SIN; COS; TAN; ASIN; ACOS; ATAN; ATAN2; RAD; DEG; PI; MAX; AVG; AVG_RANGE; MIN; SDEV; MEDIAN; MODE; LINE_FIT; CIRCLE_FIT; POINT_TO_POINT; POINT_TO_LINE; POINT_TO_CIRCLE; POINT_TO_POINT_DIST; POINT_TO_POINT_ANGLE; LINE_ANGLE; LINE_MIN_ANGLE; LINE_TO_LINE; LINE_TO_CIRCLE; CIRCLE_TO_CIRCLE; BLOB_TO_POINT; BLOB_TO_LINE; BLOB_TO_BLOB; BLOB_TO_POINT_ANGLE; STAIN_TO_POINT; STAIN_TO_LINE; STAIN_TO_STAIN; STAIN_TO_STAIN_ANGLE
Display	Monitor Display	FHD 1920*1080 output
	Display Ratio	Adjustable 5 ~ 1000%
	Operating Language	Traditional Chinese, English
	Output interface	VGA, HDMI
Operating interface	Mouse	Standard 3-button
Memory card		MicroSD Card (supports maximum 32 GB), Class 10
Flash light control		DMV 2000-CL2-HS: Setup output control through I/O contact, supporting a max. of 2 sets DMV 2000-CL4-HS: Setup output control through I/O contact, supporting a max. of 4 sets
Communication Port		Programmable input pins: 8 (high speed); 24 (normal) Programmable output pins: 11 (high speed), 38 (normal) RS 232 (max 115, 200 bps), RS 485 (Maximum 230, 400 bps) Ethernet (10/100/1000 Base, T), Delta PLC-Link



Светодиодный свет и источник питания

Дополнительный светодиодный светильник:



Кольцевой светильник

Цвет красный, тип	DMV- DR6736R
Цвет белый, тип	DMV- DR6736W
Рассеянного типа	DMV- DR6736D

Угол освещения 30 градусов

Внутренний диаметр 36 мм

Внешний диаметр 67 мм

Коаксиальный светильник

Цвет Белый, тип	DMV- CX40W
-----------------	-------------------

Стеклоанное окно 40 мм х 40 мм



Нижняя подсветка

Цвет красный, тип	DMV-BL60R
-------------------	------------------

60 мм х 60 мм для подсветки





Светодиодный свет и источник питания

Дополнительные источники питания

1-канальный выход 12 В постоянного тока, 12 Вт

Тип **DMV- PS12C1**

2-канальный выход 12 В постоянного тока, 12 Вт каждый

Тип **DMV- PS12C2**

Удлиннитель кабеля питания

Тип **DMV- CA30** (3 метра)



Контроллер вспышки встроен в источник питания.

Один DMV-CA30 входит в стандартную комплектацию источника света.



Как создать проект для технического зрения



Как создать проект для технического зрения

Шесть шагов.

- **Настройка камеры**
затвор; усиление; яркость; светодиодная вспышка
- **Захват изображения**
захват изображения эталонного образца
- **Функция проверки**
соответствие формы; положение края; пятно,
- **Расчет и анализ**
отображение данных проверки DMV
- **Настройка интерфейса выходных данных**
RS232 / 485; DI / DO; Ethernet...
- **Отображение общего результата**
Отобразить результат проверки на мониторе



Стартовый экран

Список проектов

Инструменты

Список системных функций

Функции масштабирования предварительного просмотра

Текущий режим

Панель инструментов

Список текущих процессов

Предварительный просмотр

Предварительный просмотр результатов в тестовом режиме

Флаг автоматического обновления изображения и тест-кнопка запуска

Кнопка переключения режимов



Создание проекта для технического зрения

Включите DMV2000 и нажмите кнопку **Current Project**.
Здесь вы можете добавить, изменить, переименовать или скопировать проект.
Не меняйте программу по умолчанию, нажмите кнопку «**Add**» и создайте свой проект.
Пользователь может выбрать, сохранять ли проект во внутренней памяти (NAND) или на карте Micro SD при добавлении нового проекта.

Current Project: 1000 test

Project Setting

Current Project: test

ID	Name	Media
0	P0000-Default Project	NAND
1000	test	SD Card 1

Page: 1 / 1

Tool

Add

Delete

Copy

Rename

Switch

Exit

Add Project

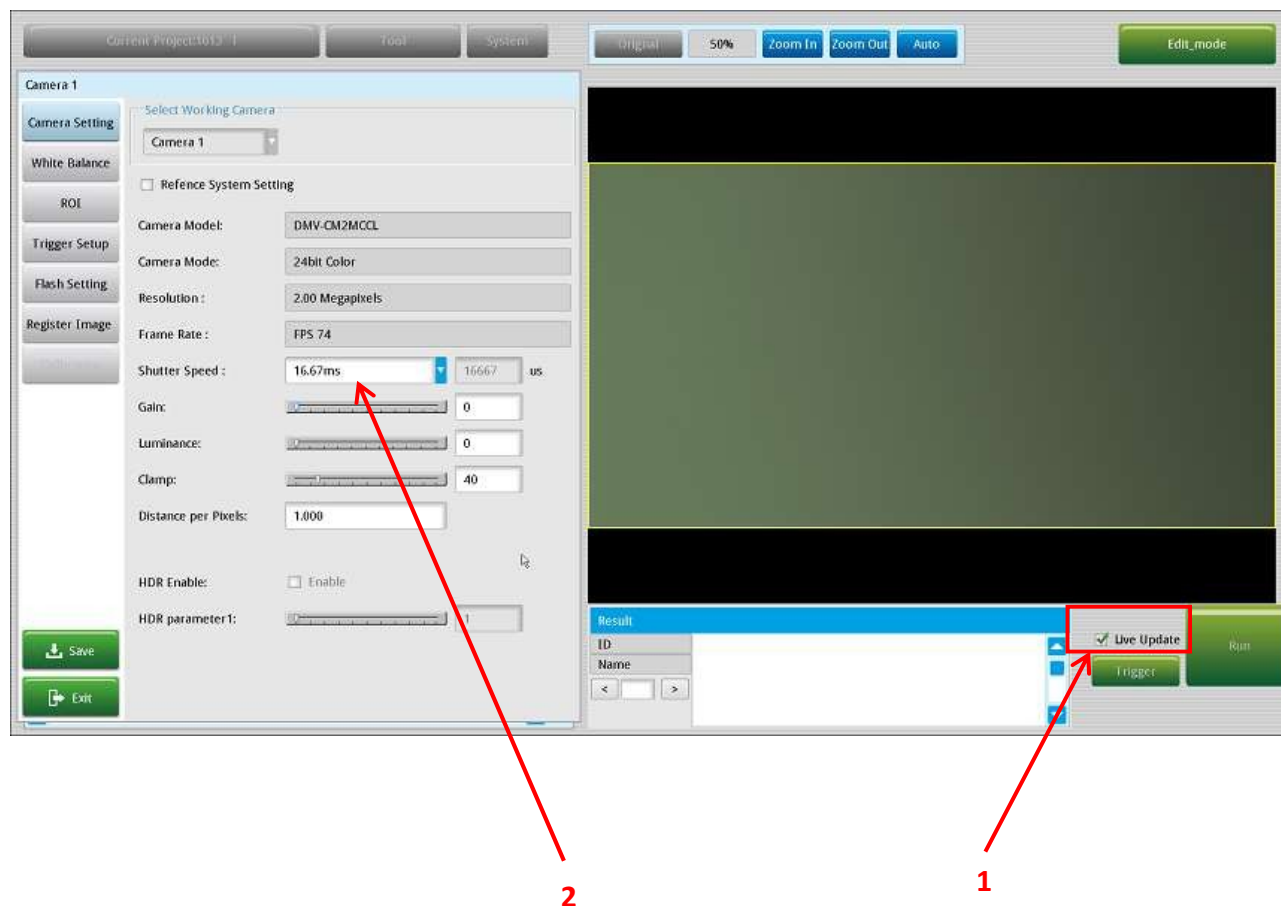
Project Name:

☐ Parallel Flow Number: 2 Device Choose ☐ NAND ☒ SD Card



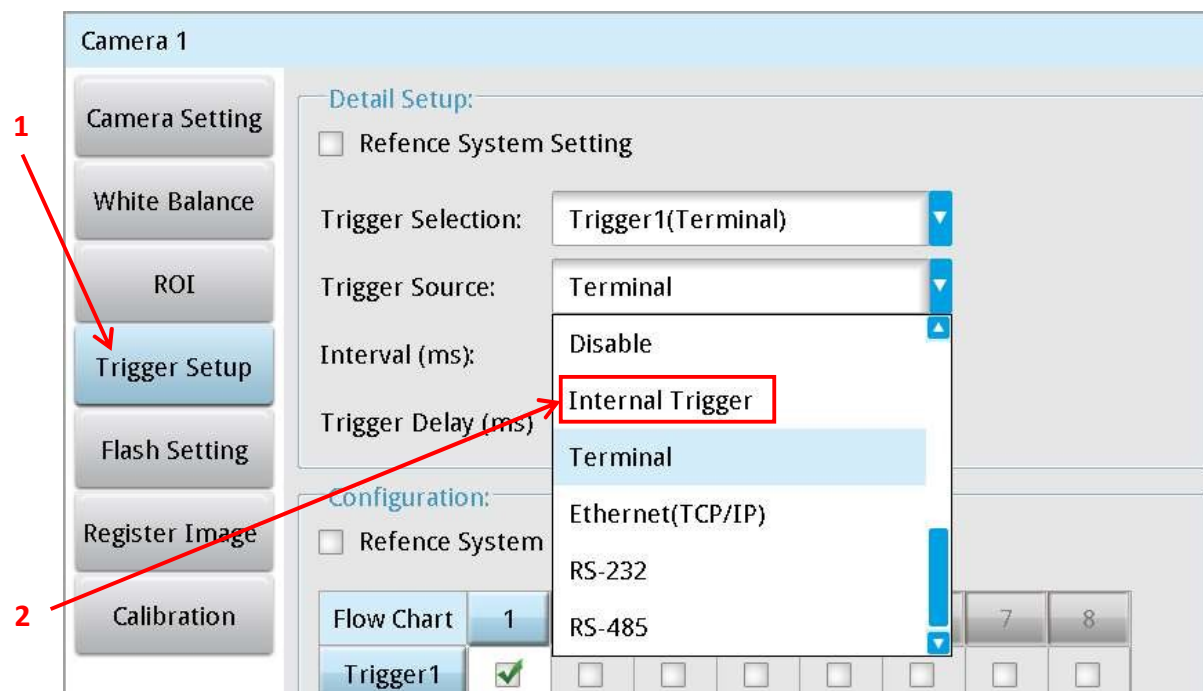
Настройки камеры

Нажмите круглый значок на камере (на предыдущем экране) для входа на страницу настроек камеры, нажмите на «Live Update» (обновление в реальном времени), чтобы получить живое изображение, затем поместите объект в поле обзора и отрегулируйте «shutter speed» (выдержку), а также фокус и диафрагму на объективе до появления четкого изображения.



Нажмите кнопку настройки триггера «Trigger setup» и выберите тип источника триггера, который вы хотите использовать.

Для этой демонстрации я выбрал внутренний триггер «Internal Trigger».





Настройки камеры

Для некоторых приложений используется вспышка. DMV2000 имеет программное управление вспышкой. Нажмите кнопку настройки вспышки «Flash setup» и выберите выходной сигнал вспышки, который вы хотите использовать. Здесь вы можете определить параметры вспышки.

1

2

Current Project: P0000-Default Project

Tool System

Camera 1

Camera Setting
White Balance
ROI
Trigger Setup
Flash Setting
Register Image

Select Flash

Flash1

Enable/Disable: ☐ Enable ☒ Disable

Flash Action: ☐ After action ☒ Before action

Output Start Time: 0.0 ms During Time: 0.0 ms

Configuration:

Reference System Setting

Camera	1	2	3	4	5	6	7	8
Flash1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Flash2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

The output of flash activation signal must occur before the activation of camera shutter.

T1: Delay by approximately 1 ms (reaction times vary according to differing dimmers)
T2: Configured in [Output Start Time] (Unit: 0.1 ms)
T3: Configured in [During Time] (Unit: 0.1 ms)
T4: Configured in [Shutter Time] of the camera

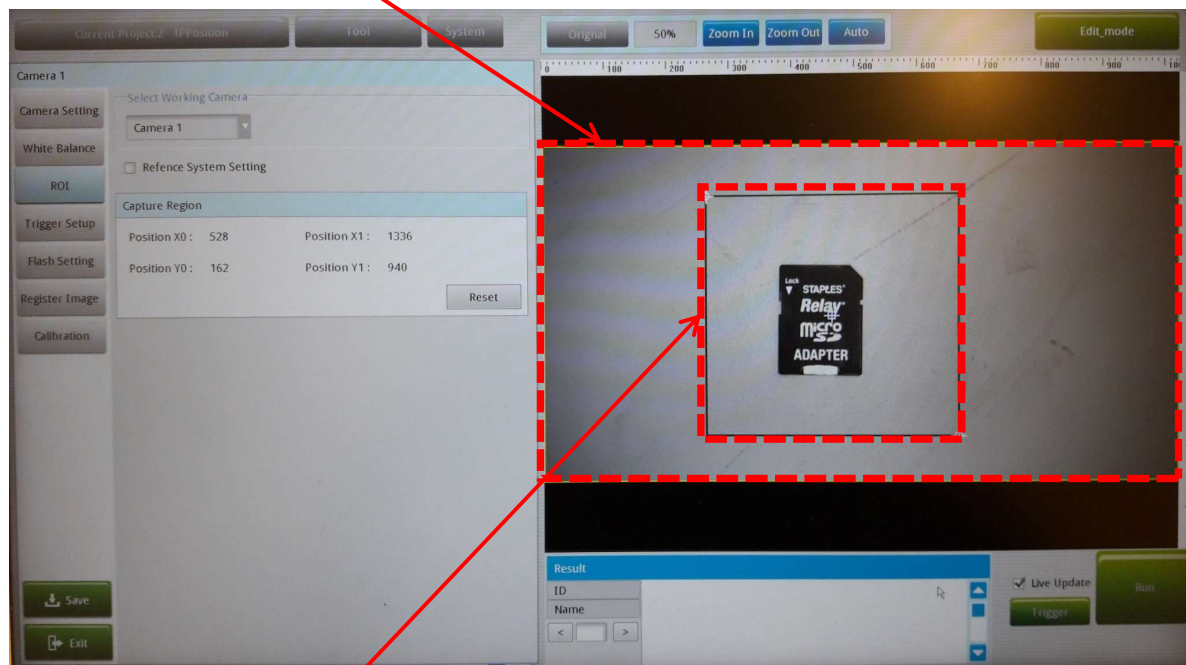


Область интересов (ROI)

Может быть меньше исходного изображения камеры. В функциях проверки используется только ROI камеры. Чем меньше ROI, тем меньше нужно проверять.

Настройки камеры

Исходный вид камеры (FOV)

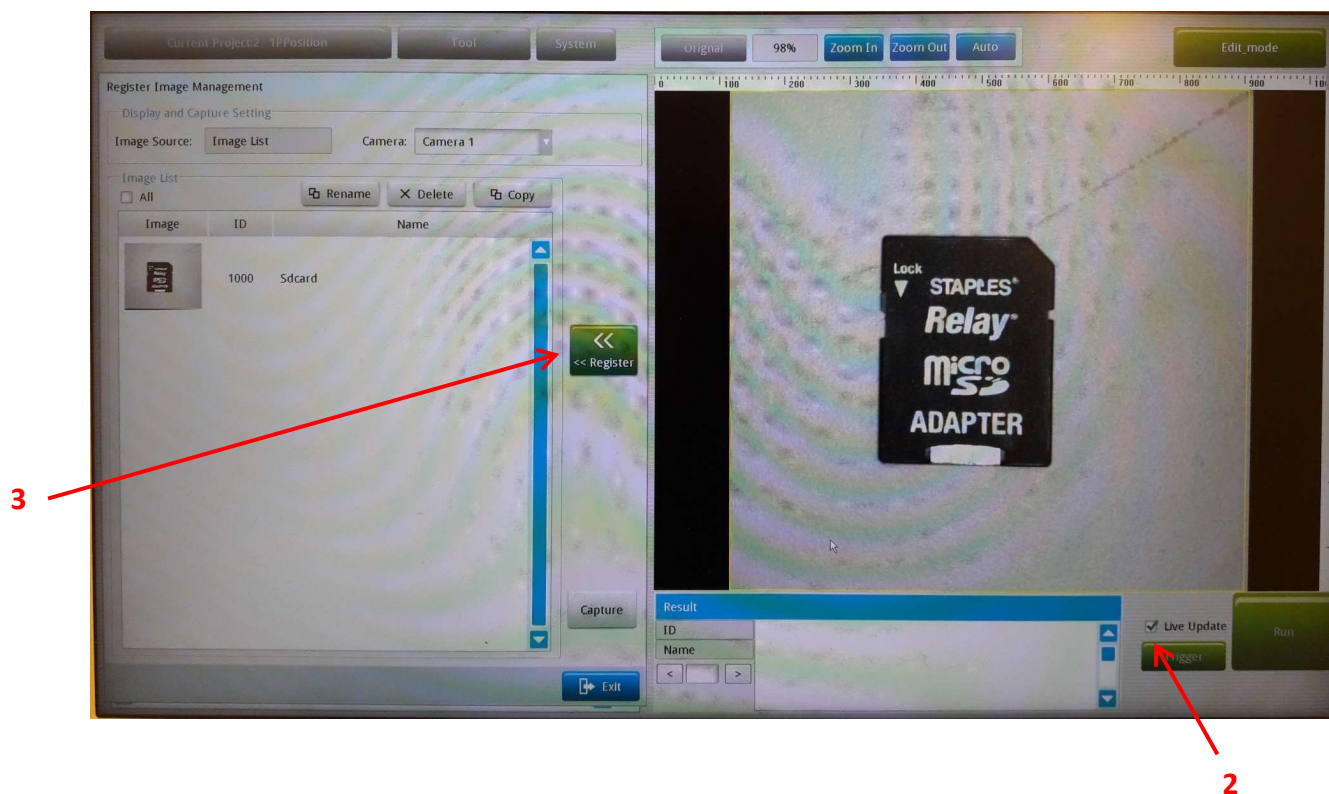
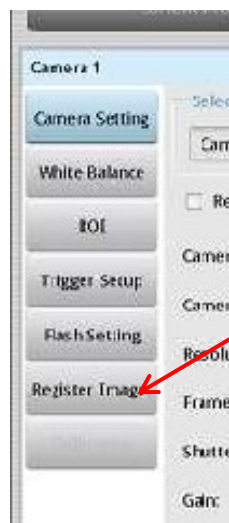


Область интересов (ROI)



Настройки камеры

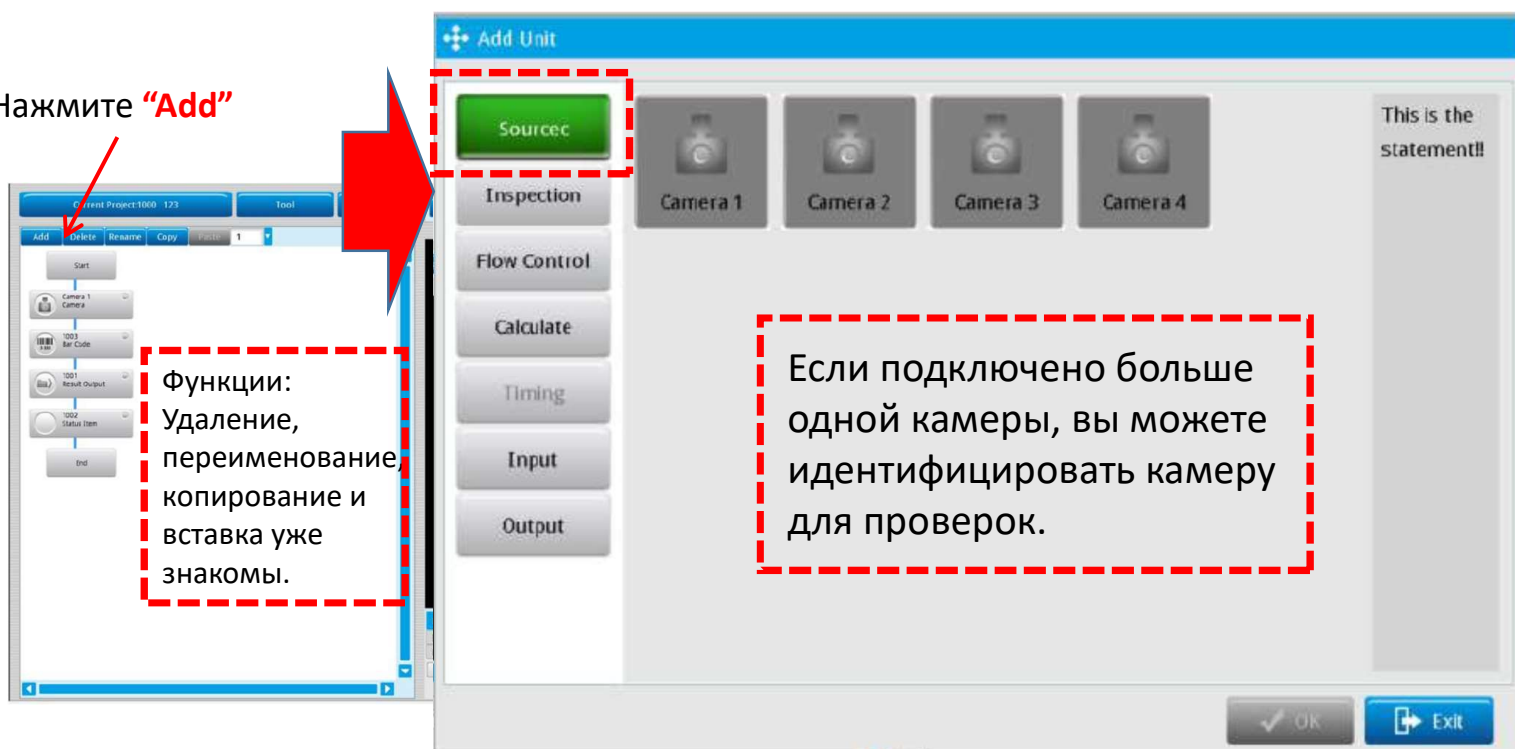
Нажмите кнопку «Зарегистрировать изображение» (**Register Image**) на экране настроек камеры и нажмите «Обновление в реальном времени» (**Live Update**), поместите объект в поле зрения и нажмите <<Зарегистрировать (<<**Register**) для регистрации изображения.



Общие настройки окна проверки:

- Область интереса (ROI) (в окне просмотра)
- 8 масок (в окне просмотра)
- Функции проверки

1 Нажмите **"Add"**

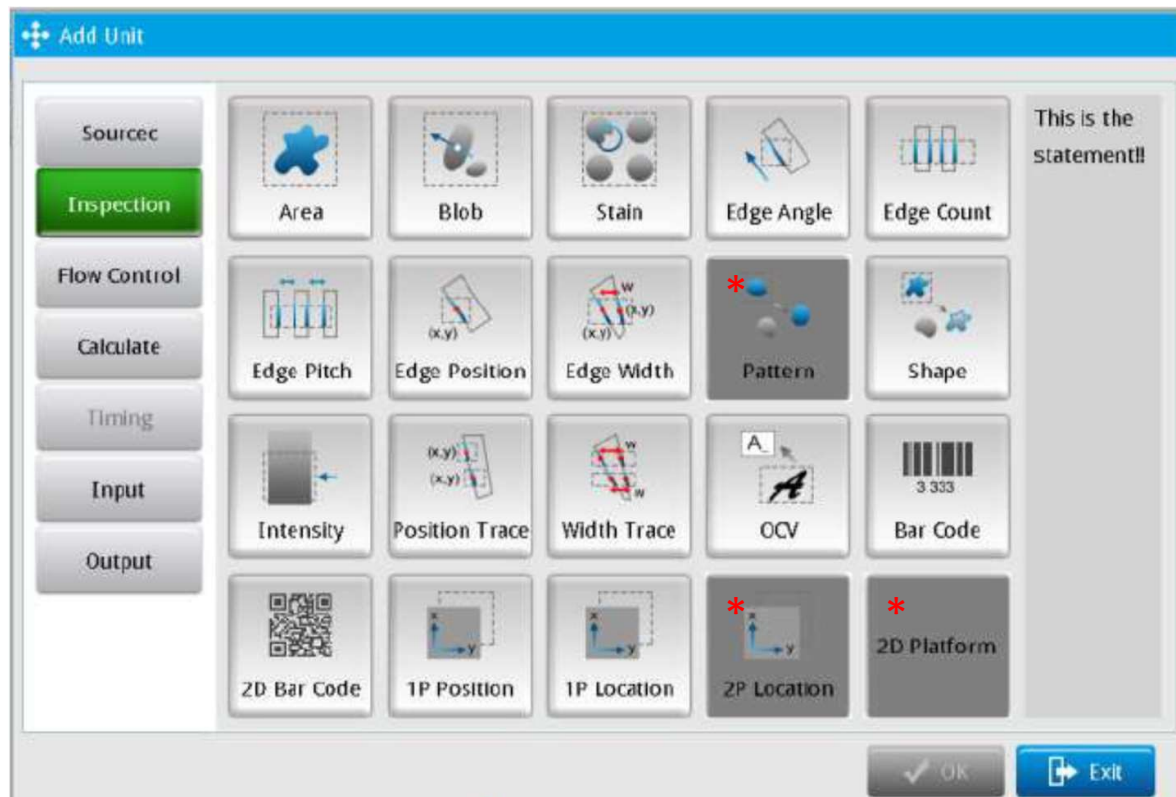




Настройки окна проверки

Типы инспекционных функций:

Область	Area
Капля	Blob
Пятно	Stain
Угол края	Edge Angle
Счетчик края	Edge Count
Шаг края	Edge Pitch
Положение края	Edge Position
Ширина края	Edge Width
Форма	Shape
Интенсивность	Intensity
Отслеживание позиции	Position Trace
Ширина следа	Width trace
Распознавание текста	OCV
Штрих-код	Bar code
2D штрих-код	2D Bar code
Позиция 1P	1P Position
1P Расположение	1P Location



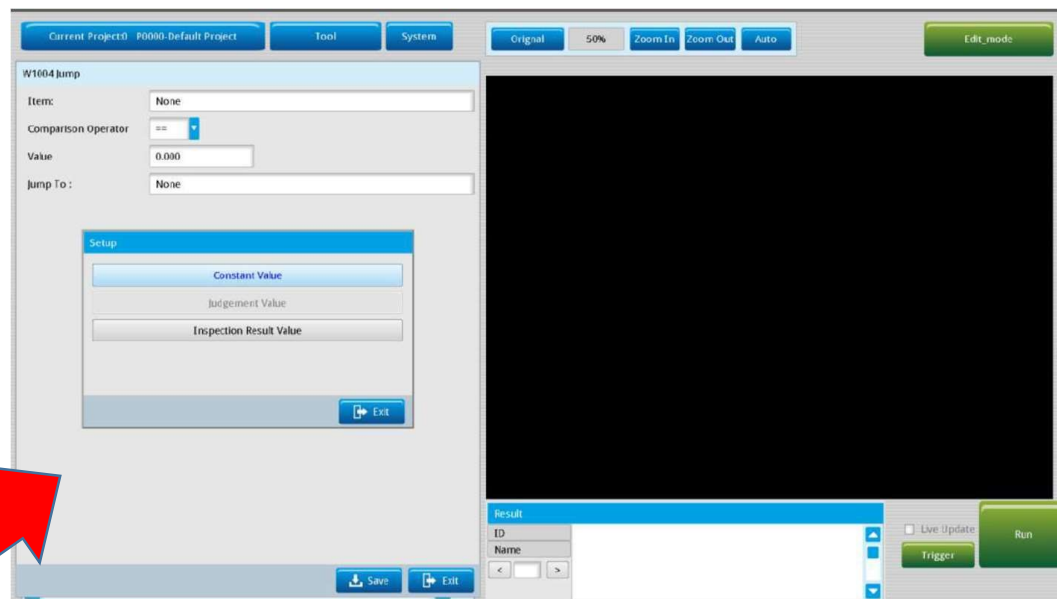
* Pattern, 2P Location and 2D Platform - пока не поддерживается



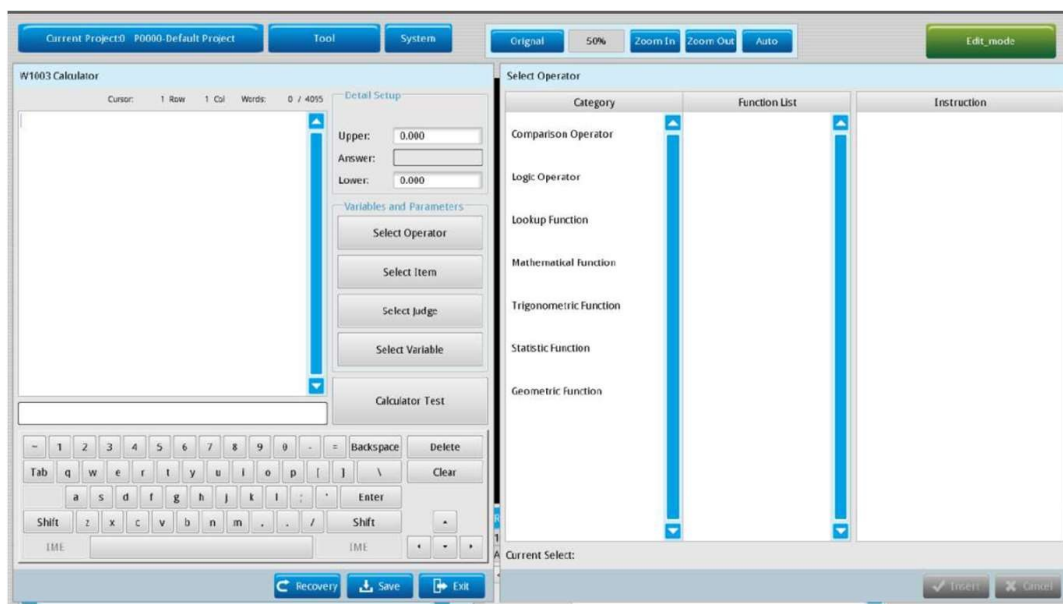
Настройки окна проверки

Функция управления потоком:

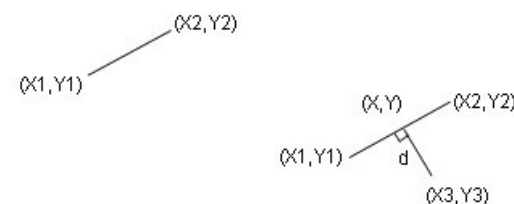
Jump: можно перейти к другой части проверки, завершившейся с хорошим результатом. В этом случае вы можете пропустить часть инспекции.



- Преобразование фактического расстояния, расстояния от точки к точке, расстояния от точки к линии... и т.д.



Select Operator		
Category	Function List	Instruction
Comparison Operator	MAX(X0, ..., Xn)	
Logic Operator	AVG(X0, ..., Xn)	
Lookup Function	AVG_RANGE(LL, LU, X0, ..	
Mathematical Function	MIN(X0, ..., Xn)	
Trigonometric Function	SDEV(X0, ..., Xn)	
Statistic Function	MEDIAN(X0, ..., Xn)	
Geometric Function		





Математические функции

Объяснение:

A: Текущий расчетный идентификатор

B: Область отображения функций

C: переменные и параметры

D: Тип

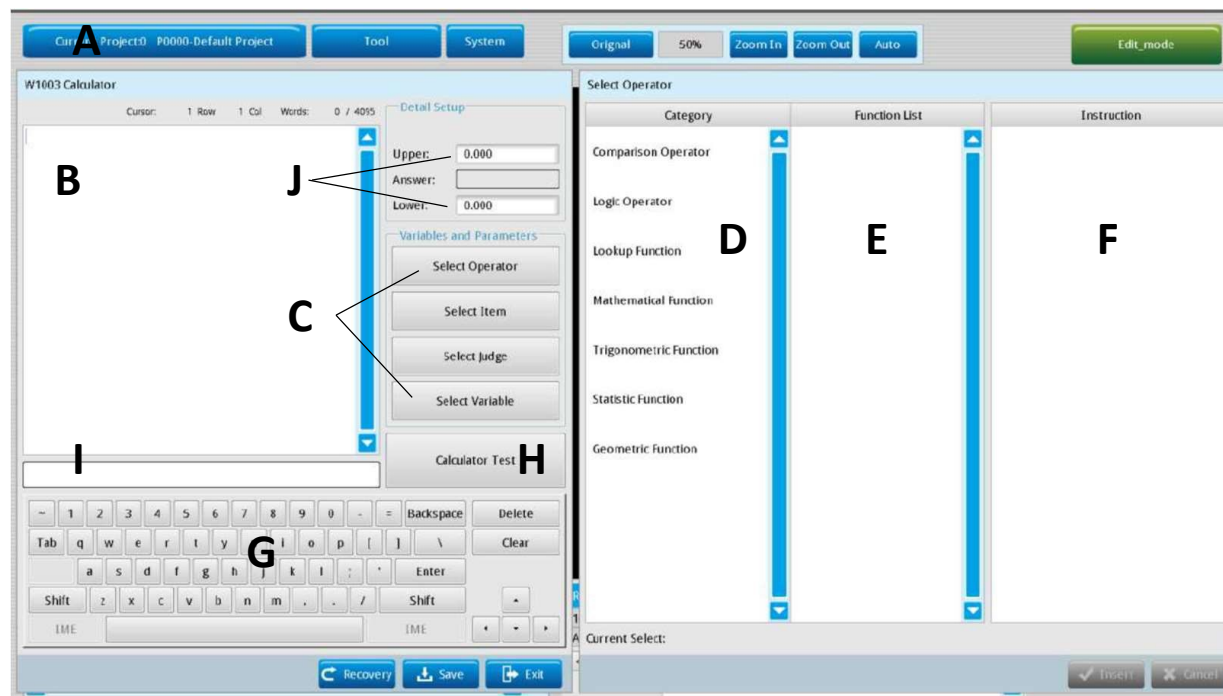
E: Список функций

F: Описание

G: Работа с клавиатурой

H&I: Область проверки и отображения калькулятора

J: Подробная настройка



Параметры математических функций:

- Каждый проект поддерживает 32 математических функции , которые можно применить к результатам проверки.
 - MAX, MIN, AVG, ABS, MOD, POW, SQR, SQRT, INT, ROUND, SIN,
 - COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, DIST, ISECT_X, ISECT_Y, LINE_DIST,
 - LINE_DIST_X, LINE_DIST_Y, ANGLE, LINE_ANGLE, D_LINE_ANGLE,
 - CIRCLE_X, CIRCLE_Y, CIRCLE_R, PANEL_ANGLE, PANEL_DIST,
 - NOT, RAD, DEG, PI, LE, EQ



Математические функции

Пример расчета

W1003 Calculator

Current Project: P0000-Default Project

Tool System

Original 50% Zoom In Zoom Out Auto

Edit mode

Cursor: 1 Row 36 Col Words: 35 / 4095

WIN(1004, ARH, 0) +JUG(1004, AR, 0)

Upper: 0.000

Answer: 370370367.000000

Lower: 0.000

Variables and Parameters

Select Operator

Select Item

Select Judge

Select Variable

Calculator Test

The expression is correct.

IME

Recovery Save Exit

Select Operator

Category	Function List	Instruction
Comparison Operator	ISEC_LINE_CIRCLE_Y0(LX	None
Logic Operator	ISEC_LINE_CIRCLE_X1(LX	
Lookup Function	ISEC_LINE_CIRCLE_Y1(LX	
Mathematical Function	ISEC_CIRCLE_CIRCLE_CN1	
Trigonometric Function	ISEC_CIRCLE_CIRCLE_X0(i	
Statistic Function	ISEC_CIRCLE_CIRCLE_Y0(i	
Geometric Function	ISEC_CIRCLE_CIRCLE_X1(i	
	ISEC_CIRCLE_CIRCLE_Y1(i	
	PANEL_ANGLE(RefX1, Re	
	PANEL_DIST(RefX1, RefY	

Current Select:

Insert Cancel

Выбранный элемент

Условие

Результат

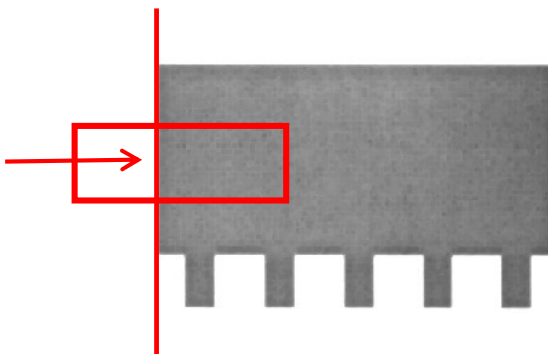
- **Область интересов (ROI)**

- Стандартные формы окон:

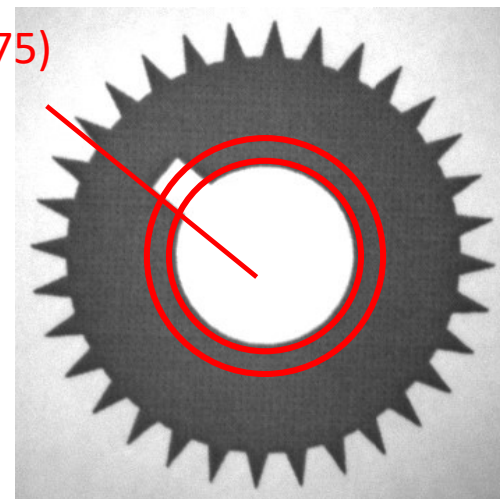
- Прямоугольник
- Круг
- Многоугольник
- Эллипс
- Кольцо
- ARC
- Угол поворота

- Возможности масштабирования

(Пример функции проверки:
положение кромки)



($\theta=208.75$)



Предварительная обработка изображения

- Использование функции предварительной обработки для улучшения качества изображения.

- Gray cut
- Dilation
- Erosion
- Average
- Median
- Sharpen
- Laplacian
- Sobel etc...

(Laplacian)



(Sharpen)



(Gray cut)



(Sobel)

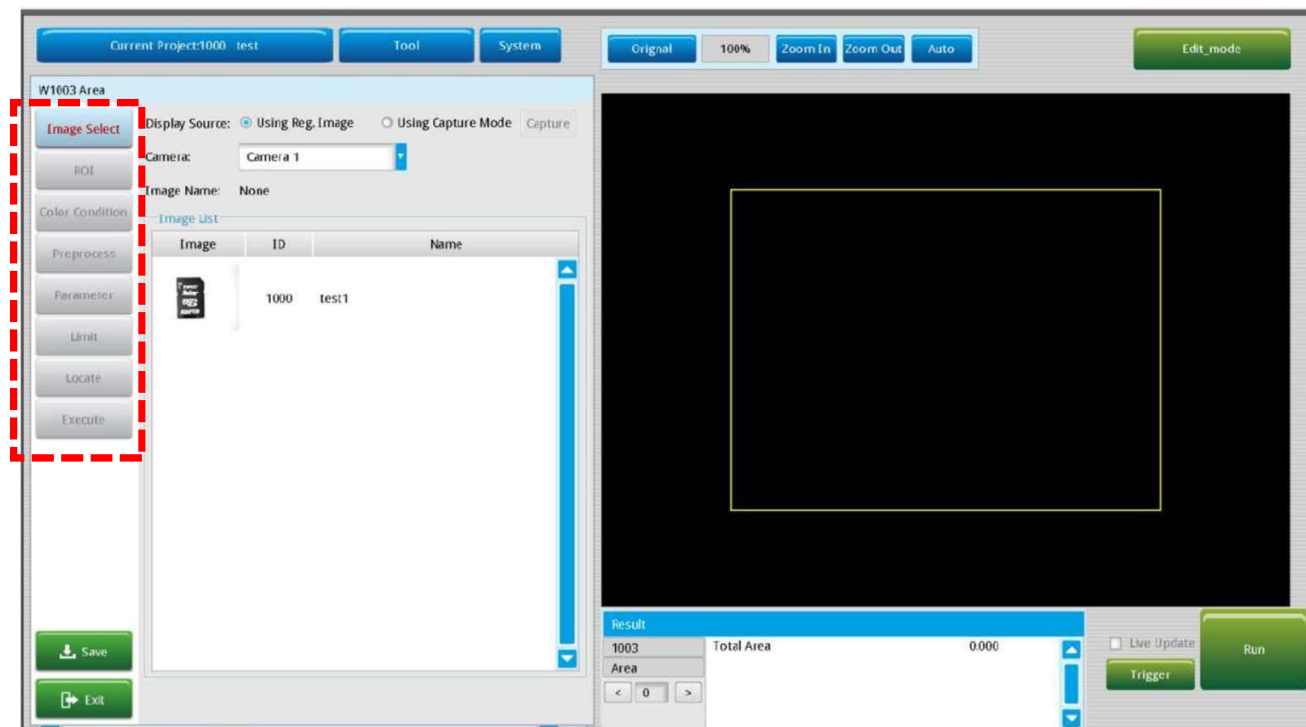


(Average)



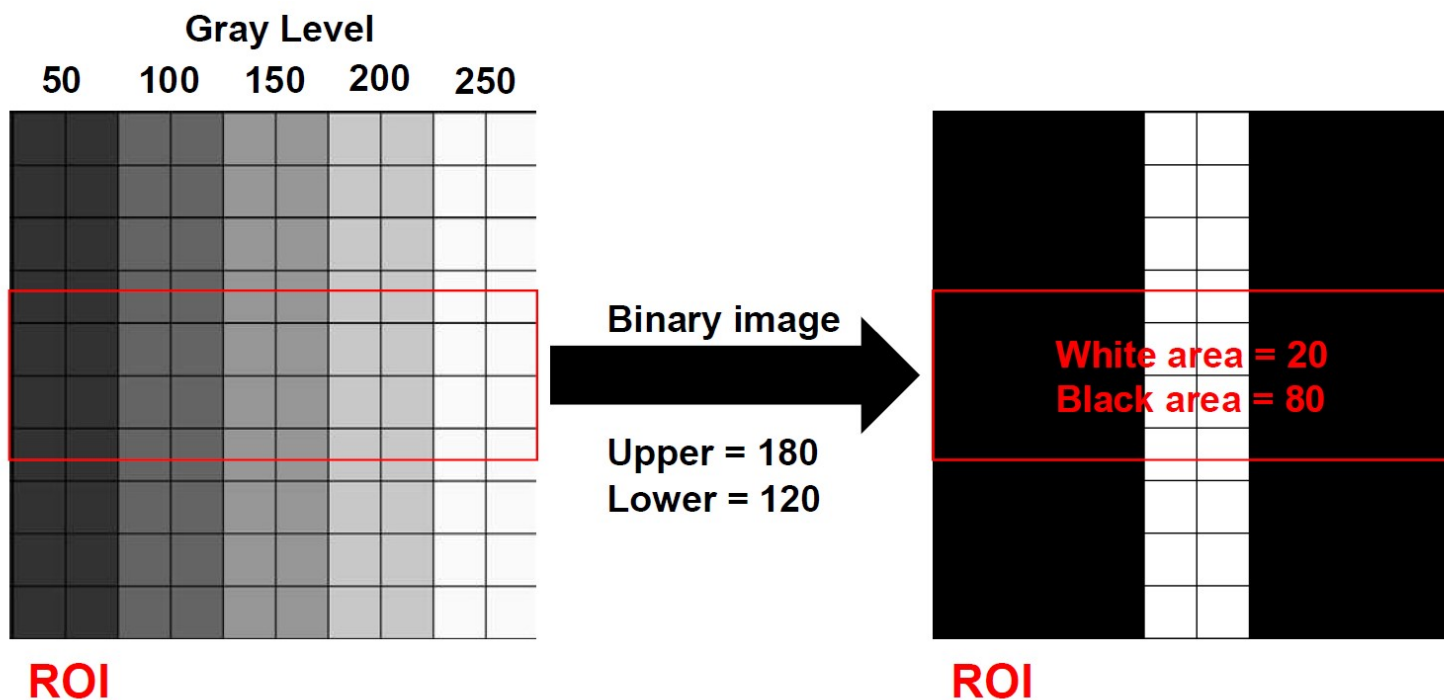
Функциональные вкладки для каждой функции

- Выбор изображения
(Регистрация
изображения с
камеры)
- Область интереса ROI
- Состояние цвета
(активно только при
подключенной
цветной камере)
- Предварительная
обработка
- Параметр
- Пределы
- Расположение
- Выполнить



Функция определения площади

- Функция определения площади подсчитывает количество черных / белых пикселей в ROI.
- Для этой функции требуется предварительная обработка двоичного изображения.



Пример функции определения площади

- Используйте функцию **AREA** (площадь), чтобы проверить, напечатан ли на объекте рисунок «MicroSD», и DMV должно оценить его как **OK**, если да, и как **NG**, если нет.



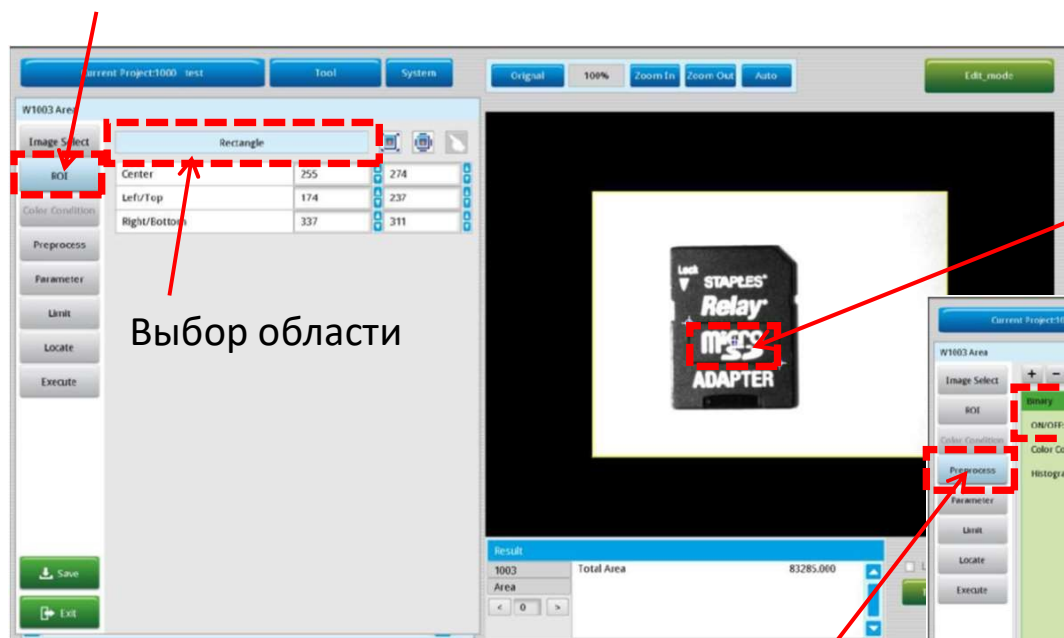
Вид с камеры



Функции проверки

Используйте функцию AREA (область), чтобы подсчитать количество черных/ белых пикселей

Вкладка "ROI"

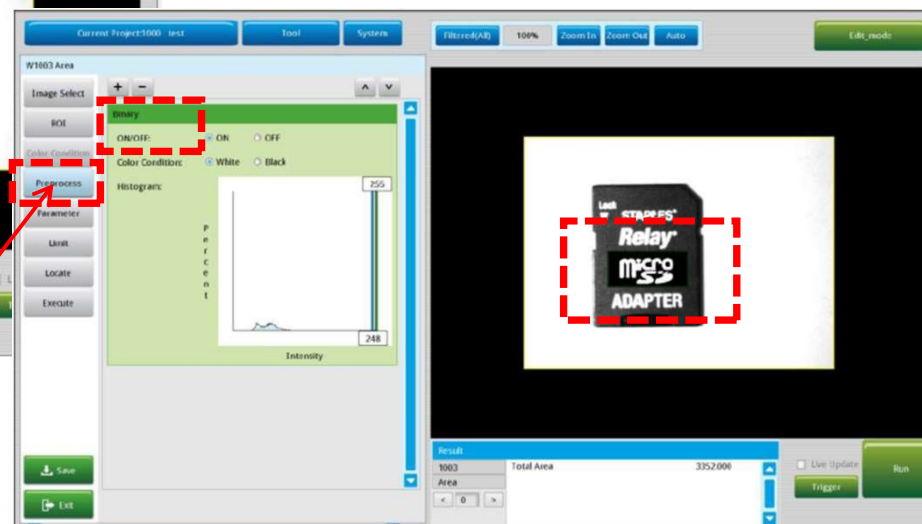


Определите область, которую необходимо проверить

Определенная область

Предварительная обработка

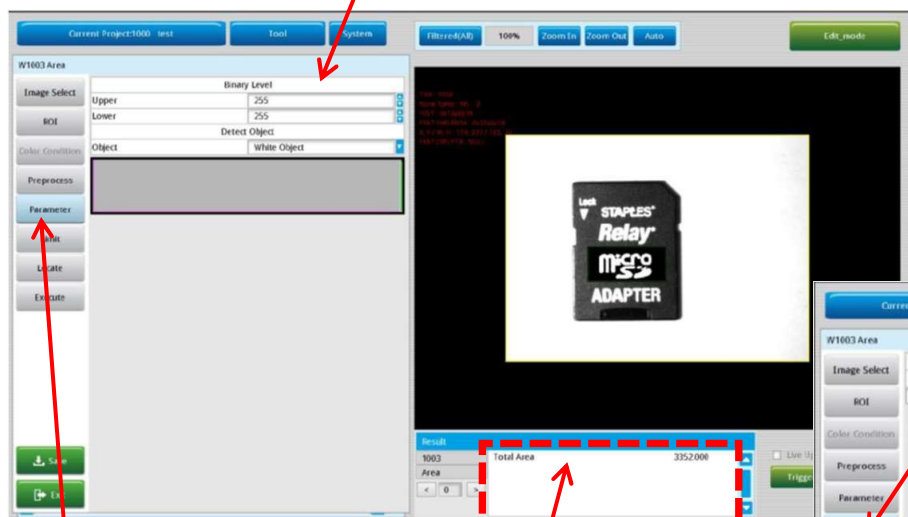
Предварительная обработка для создания двоичного представления





Функции проверки

Двоичный предел, все значения шкалы серого между нижним и верхним пределом станут белыми, остальные станут черными.



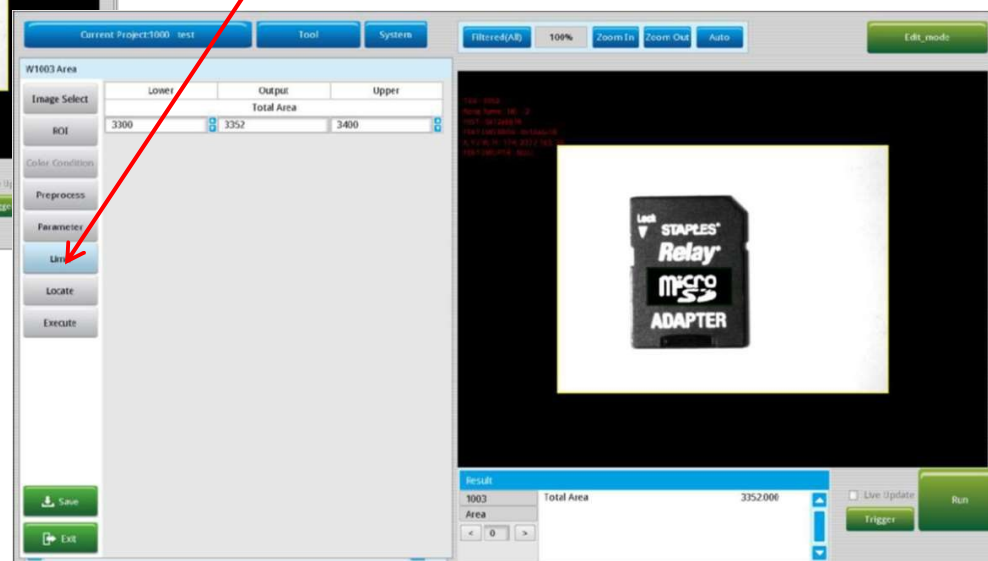
Вкладка
"Parameter"

Результат

На вкладке «Предел» вы можете определить верхний и нижний пределы для результатов функции ОБЛАСТЬ.

На вкладке параметров вы изменяете количество серых пикселей на черно-белые.

Вкладка «Limit»



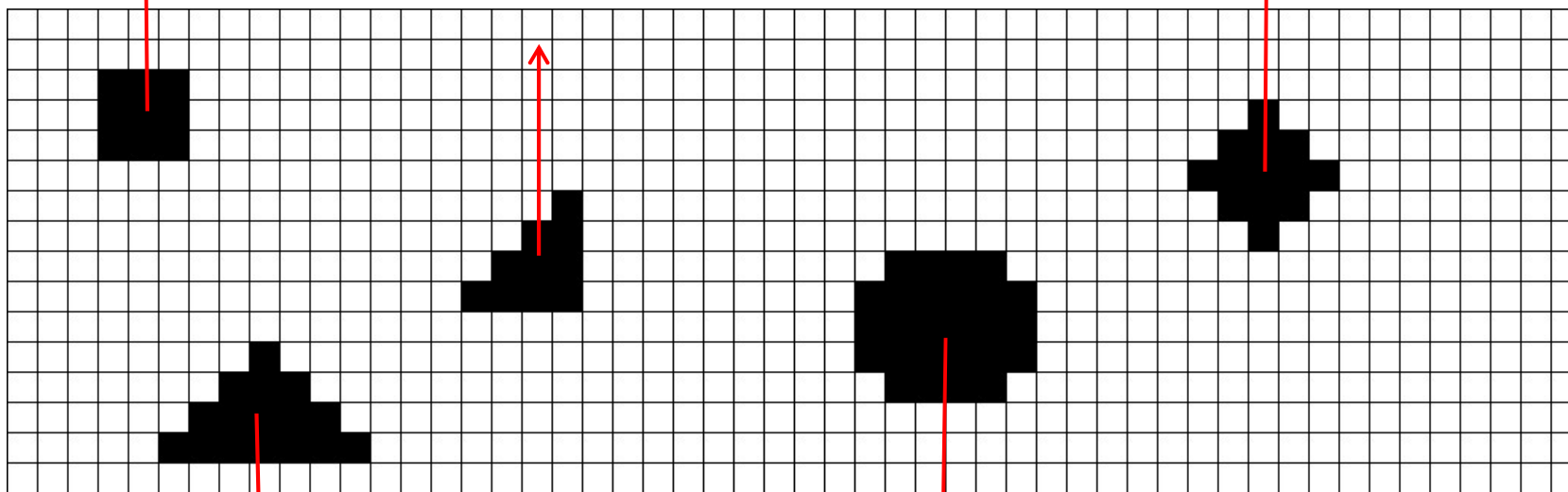
Капля (Blob)

BLOB вычисляет группы черных / белых пикселей и возвращает количество капель, координаты и площади каждой капли. Требуется двоичное изображение.

Blob1: координаты, площадь

Blob5: координаты, площадь

Blob3: координаты, площадь



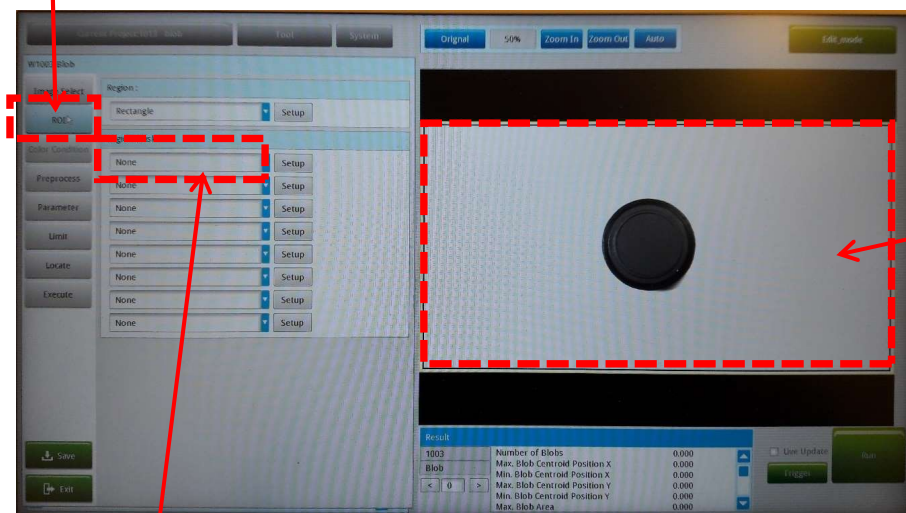
Blob2: координаты, площадь

Blob4: координаты, площадь

Пример Blob

Вкладка «ROI»

Используйте функцию BLOB подсчитать количество пробок



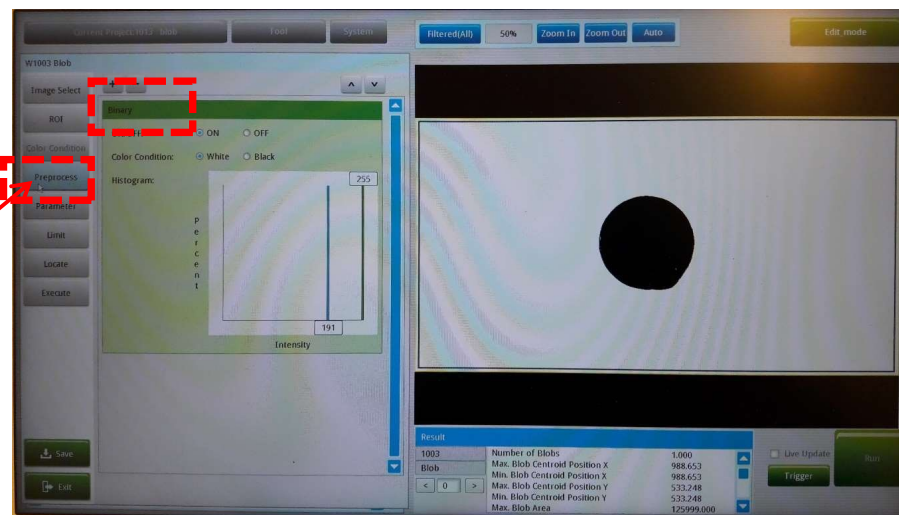
Определите область, в которой нужно распознать каплю.

Определенная область

Тип области

Предварительная обработка

Предварительная обработка для создания двоичного представления

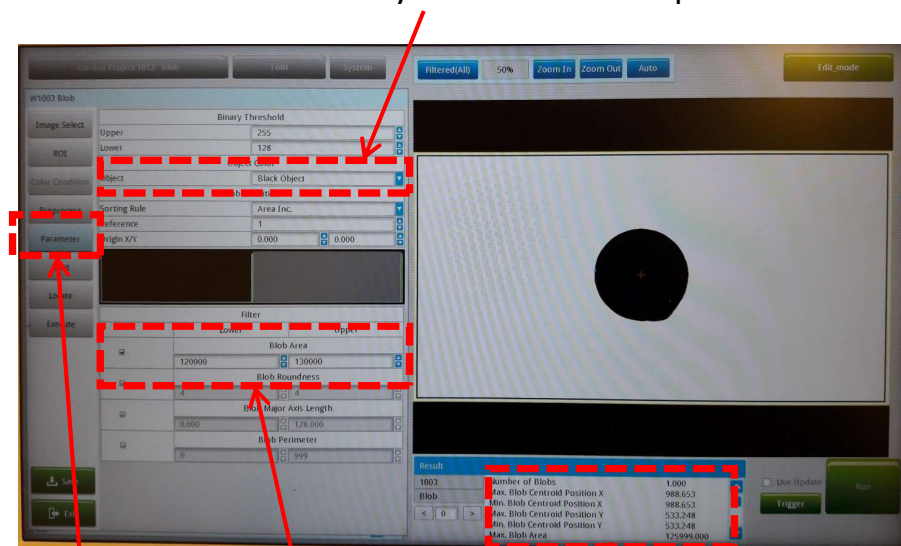




Функции проверки

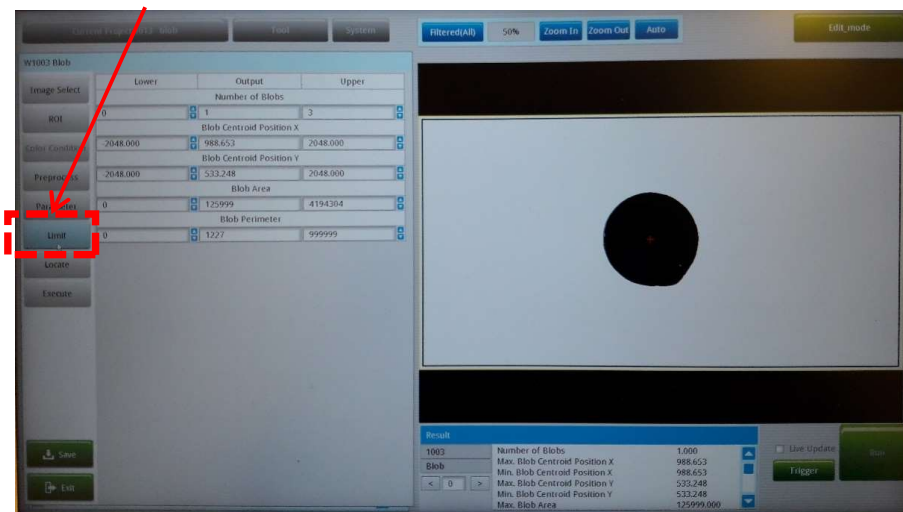
Пример Blob

Чувствительный черный или белый



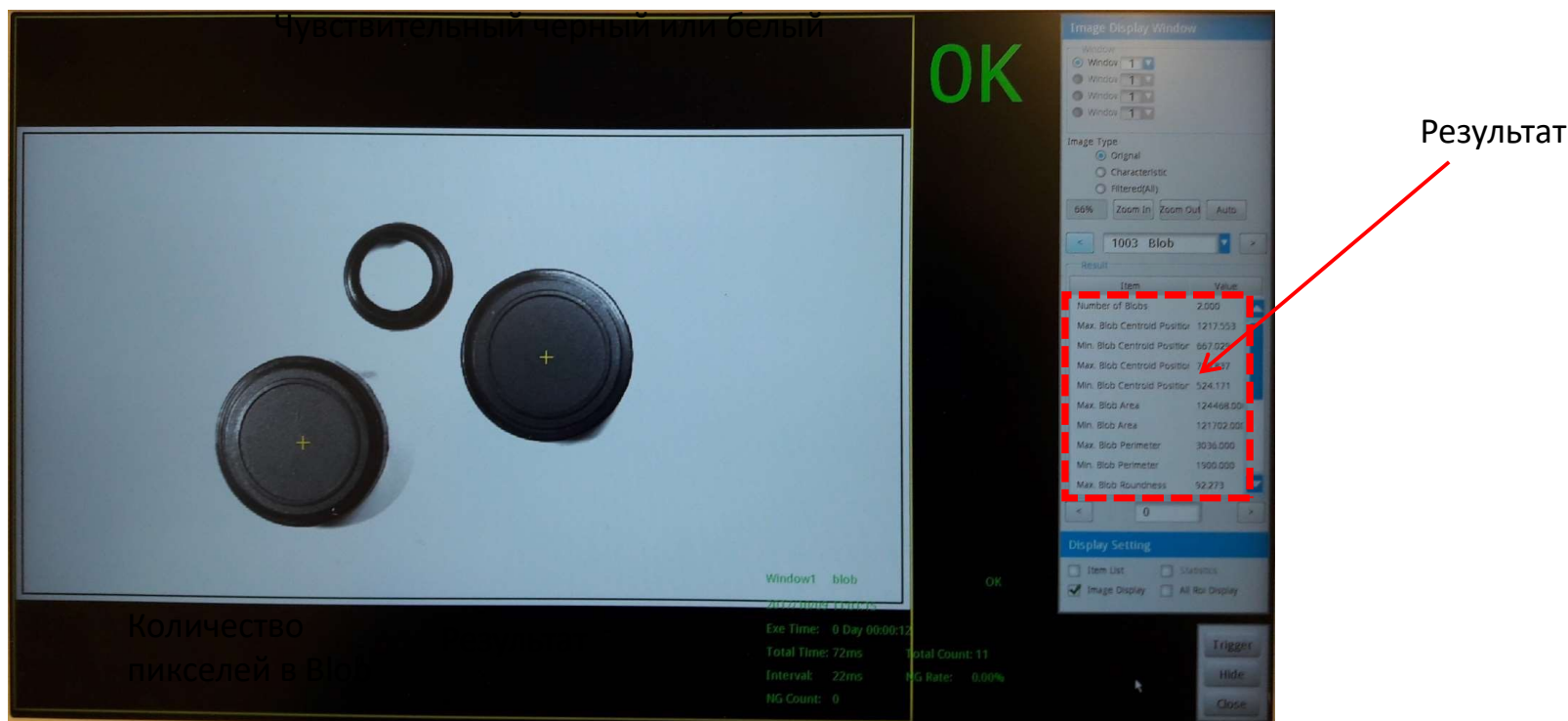
Определите область, в которой нужно распознать каплю.

Вкладка «Limit»



На вкладке «limit» вы можете определить верхний и нижний пределы для результатов Blob.

Пример Blob



Вы видите результат, когда машина работает. Есть только проверка по количеству черных пикселей. По каждому пункту. В параметрах указан размер, поэтому меньшее кольцо не указывается. Поскольку сумма ниже лимита, результат в порядке (OK).



Задайте размер блока сканирования (Пример 2 * 2) и направление и сравните предыдущее и настоящее сканирование. Посмотрите, не превышает ли разница уровней серого пороговое значение уровня пятен. Если да, то проверьте, больше ли площадь порогового значения площади. Если да, то это пятно.

